

**Zeitschrift:** Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany

**Herausgeber:** Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève

**Band:** 42 (1987)

**Heft:** 1

**Artikel:** Pflanzengesellschaften trockener Standorte aus der subalpinen und alpinen Stufe im südlichen und östlichen Ladakh

**Autor:** Hartmann, Hans

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-879946>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Pflanzengesellschaften trockener Standorte aus der subalpinen und alpinen Stufe im südlichen und östlichen Ladakh

HANS HARTMANN

## ZUSAMMENFASSUNG

HARTMANN, H. (1987). Pflanzengesellschaften trockener Standorte aus der subalpinen und alpinen Stufe im südlichen und östlichen Ladakh. *Candollea* 42: 277-326. Auf Deutsch, englische Zusammenfassung.

Mit dem vorliegenden zweiten Teil vegetationskundlicher Studien von Ladakh werden vorwiegend xerophile Pflanzengesellschaften aus der subalpinen und alpinen Stufe beschrieben. Die den erfassten Gesellschaften zugrundeliegenden Bestandesaufnahmen stammen aus drei verschiedenen Landesteilen: dem südlichen Abschnitt des Surutales, aus Zanskar und aus dem östlichen Ladakh ungefähr südlich von Leh und südlich des Indus. In 8 Vegetationstabellen werden folgende Gesellschaften und Gesellschaftsgruppen zusammengefasst: eigentlich Steppengesellschaften der subalpinen Stufe, insbesondere *Artemisia*-Steppe, Blockschuttgesellschaften mit *Stachys tibetica*, Blockschuttgesellschaften mit *Artemisia salsoloides* und/oder *Lindelofia anchusoides*, Gesellschaft mit *Artemisia brevifolia* und *Cicer microphyllum*, Gesellschaftsgruppe mit *Festuca kashmiriana* und *Poa suruana*, Gesellschaftsgruppe der alpinen Steppen mit *Potentilla bifurca* und *Elymus longe-aristatus*, Zwergstrauch-Gebüsch mit *Caragana versicolor* und die Gesellschaftsgruppe mit *Elymus longe-aristatus* und *Arabis tibetica* an hoch alpinen Schutthängen. Nebst einer Charakterisierung in der floristischen Zusammensetzung werden für die einzelnen Gesellschaften Angaben über die Standortverhältnisse, Verbreitung in Ladakh, anthropogene bzw. biotische Beeinflussung und Lebensformen vermittelt. Wo es die Voraussetzungen erlauben, wird auf entsprechende Vegetationsformen weiter nördlich sowie im entfernteren Karakorum Nord-Pakistans hingewiesen.

## ABSTRACT

HARTMANN, H. (1987). Xerophytic subalpine and alpine plant communities in the southern and eastern part of Ladakh. *Candollea* 42: 277-326. In German, English abstract.

This second part of synecological studies in Ladakh (part of the Jammu and Kashmir state) deals with predominantly xerophytic subalpine and alpine plant communities. The investigations on which the recorded vegetation-types are based have been carried out at quite different regions, namely: to the southern part of Suru, in Zanskar and in the northern ranges of the so-called Zanskar mountains in the south of Leh. The described associations and groups of associations are represented by 86 plots listed in 8 tables referring to: steppe-communities in a narrow sense particularly the *Artemisia*-steppe in the subalpine level, associations with *Stachys tibetica*, *Artemisia salsoloides*- and *Lindelofia anchusoides* vegetation units, association with *Artemisia brevifolia* and *Cicer microphyllum*, community with *Festuca kashmiriana* and *Poa suruana*, vegetation unit of alpine steppes with *Potentilla bifurca* and *Elymus longe-aristatus*, *Caragana versicolor*-dwarf shrub-community and the communities with *Elymus longe-aristatus* and *Arabis tibetica* on highalpine gravel slopes. The descriptions contain both information regarding the floristic and structural composition and data concerning habitat, distribution (within the investigated region), life-forms and biotic influences. Plant communities from our area occasionally are compared to corresponding ones farther to the north as well as to the more distant Karakorum (North Pakistan).

## 1. Einleitung

Zur besseren Kenntnis der Flora von Ladakh haben im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte vor allem zwei Werke beigetragen: der umfassende Flora-Katalog von STEWART (1972) sowie die seit 1970 von NASIR & ALI herausgegebene Flora of Pakistan. Nebst der Flora Iranica (RECHINGER,

1963-) liefern auch neuere monographische Arbeiten wertvolle taxonomische Beiträge wie z.B. KAZMI (Boraginaceae, 1970) oder FREITAG (Gattung *Piptatherum* 1975 und *Stipa*, 1985).

Im Vergleich zu den floristischen Kenntnissen steht aber die vegetationskundliche Erforschung Ladakhs noch immer in den Anfängen. Mit Ausnahme der grossräumigen Vegetationsübersicht von SCHWEINFURTH (1957), die alle Himalaya-Länder berücksichtigt, und der sehr allgemein gehaltenen Beschreibung von KACHROO, SAPRU & DHAR (1977), sind keine fundierteren geobotanischen Arbeiten bekannt geworden. Eingehendere Untersuchungen, die entweder einzelne Pflanzengesellschaften oder eine ganze Talschaft betreffen, sind bis in die jüngste Vergangenheit offenbar keine durchgeführt worden.

In einem ersten Teil pflanzensoziologischer Studien ist versucht worden, die wichtigsten Pflanzengesellschaften entlang der sog. Kashmirroute zwischen Zoji La und Leh mit Hilfe möglichst vollständiger Vegetationsaufnahmen in Tabellenform darzustellen (HARTMANN, 1983). Nebst wenigen Angaben über die Bodenverhältnisse (mit pH-Werten und ungefährem Karbonatgehalt) finden sich in jener Arbeit auch Hinweise auf die zu erwartenden Klimaverhältnisse in Ladakh. Anhand von Klimadiagrammen (Sonamarg, Dras, Kargil, Leh) werden die Bedeutung der Himalaya-Kette als Klimascheide sowie die nach Osten und Norden zunehmende Trockenheit veranschaulicht.

Wie in früheren Arbeiten, wurden die einzelnen Arten in den Vegetations- bzw. Bestandsaufnahmen nach der auf J. Braun-Blanquet zurückgehenden Methode auf ihre Artmächtigkeit (kombinierte Bestimmung von Abundanz und Dominanz) mit Hilfe der bekannten siebenteiligen Skala geschätzt<sup>1)</sup>. Die sog. Soziabilität ist dabei nicht berücksichtigt worden. Indessen ist für alle in Tabellen aufgeführte Arten die Lebensformklasse nach dem System von RAUNKIAER (1934) beigelegt worden. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, für die hier präsentierten Pflanzengesellschaften Lebensformspektren zu berechnen. Dieselben finden sich in Abb. 2 zusammengestellt. Um eine optimale Vergleichbarkeit mit entsprechenden früheren Darstellungen zu gewährleisten, wurden für die einzelnen Gesellschaften bei der Berechnung separat je die Artenzahl und der mittlere Deckungsgrad berücksichtigt. Für detailliertere Angaben sei auf die erwähnten Arbeiten (HARTMANN, 1968, 1983) verwiesen.

Von einer grösseren Zahl der Aufnahmestellen wurden Bodenproben mitgenommen. Vorläufig liegen jedoch nur gerade die Ergebnisse der pH-Messung und der Prüfung auf den Karbonatgehalt mit verdünnter Salzsäure vor. Um die Vergleichbarkeit mit früheren Angaben aus anderen Gebieten zu erleichtern, wurden die pH-Messungen mit kombinierter Glaselektrode (Firma Metrohm) sowohl in wässriger Suspension wie auch in einer Suspension mit 0.1-n Kaliumchloridlösung ausgeführt. In der Kurzbeschreibung der Aufnahme-Orte zu den Tabellen ist die jeweils verwendete Lösung den gemessenen pH-Werten in Klammer beigelegt: Wasser (H<sub>2</sub>O), Kaliumchloridlösung (KCl).

An dieser Stelle wiederhole ich den Dank an die Kommission für das Reisestipendium für Botanik und Zoologie der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft für die finanzielle Unterstützung. Für die wertvollen Verbindungen zu den forstlichen Dienststellen in Ladakh während der Sommermonate 1976 und 1979 danke ich nochmals Mr. A. Rashid Khan, Chief Conservator of Forests, Srinagar. Für die mir gewährte Gastfreundschaft während des Sommers 1976 wiederhole ich den Dank an den Botanical Survey of India (Northern Circle) unter Leitung von Mr. B. M. Wadhwa und M. V. Viswanathan (New Delhi). Prof. Dr. P. Kachroo und Dr. U. Dhar von der University of Kashmir gilt mein besonderer Dank für die stets freundschaftliche Aufnahme, die ich am Department of Botany erfahren durfte. Frau Prof. I. Markgraf-Dannenberg (Zürich) verdanke ich die Bestimmung der *Festuca*-Arten und Herrn Dr. A. Skvortsov (Moskau) die Bestimmung oder Verifikation der meisten *Salix*-Arten. Dankbar gedenke ich des so früh verstorbenen Freundes Prof. Dr. G. Bocquet (Dir. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève), der meine Ladakh-Studien durch sein Interesse sowie durch die Vermittlung von Literatur und Herbarbelegen wesentlich unterstützt hat.

<sup>1)</sup> 5 = mehr als 3/4 der Fläche deckend; 4 = 1/2 bis 3/4 der Fläche deckend; 3 = 1/4 bis 1/2 der Fl. deckend; 2 = 1/20 bis 1/4 der Fl. deckend oder weniger deckend, aber Individuen sehr zahlreich; 1 = zahlreiche Individuen oder weniger zahlreich mit grösserem Deckungswert, + = spärlich, Deckungswert gering; r = meist nur 1 Exemplar).

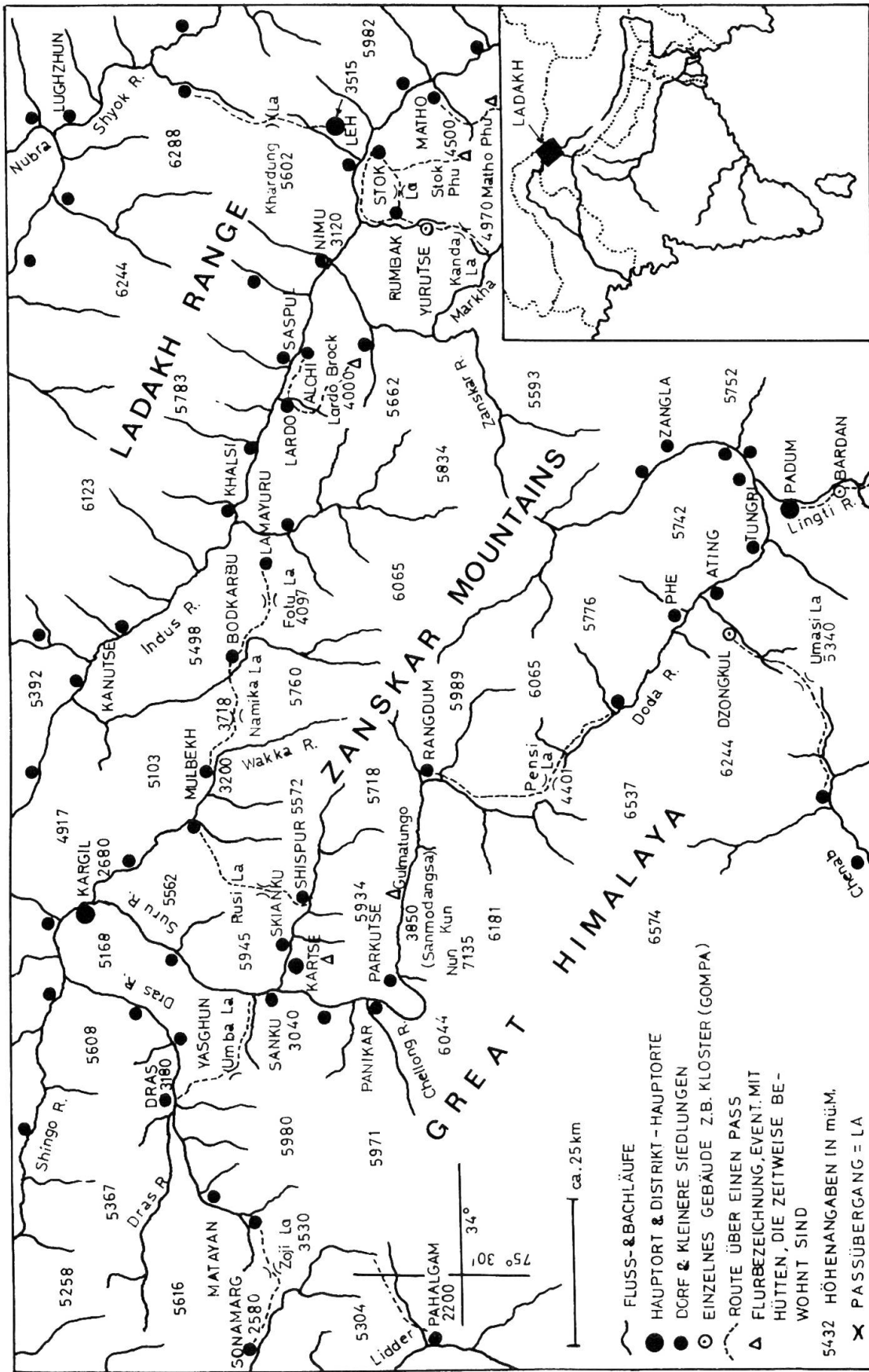
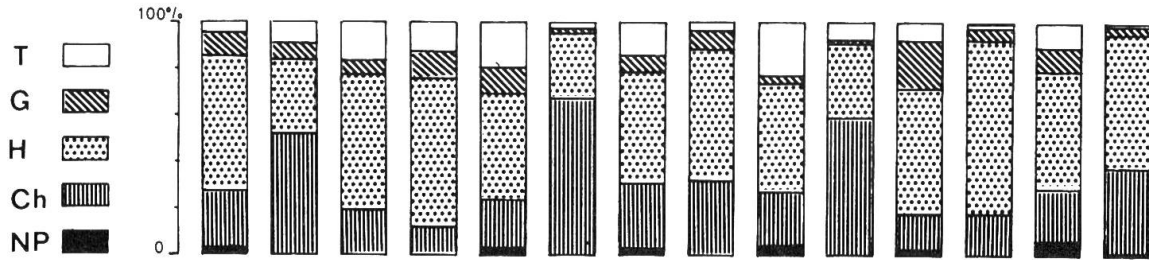


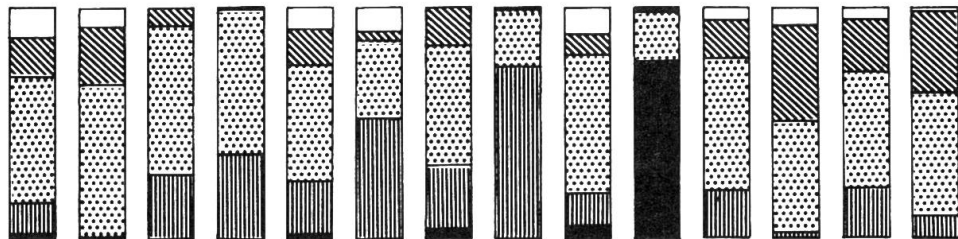
Abbildung 1. — Skizze von Ladakh mit dem Haupt-Flussnetz.

Pflanzengesellschaften der folgenden Vegetationstabellen

		1I		1II		2		3I		3II		3III		4	
		Sp%	Dg%	Sp%	Dg%	Sp%	Dg%	Sp%	Dg%	Sp%	Dg%	Sp%	Dg%	Sp%	Dg%
Therophyten	T	4,5	8,9	16,7	12,5	19,7	2,6	13,8	3,2	23,1	6,9	7,7	2,6	10,4	1,6
Geophyten	G	10,4	6,9	5,6	11,8	10,6	1,8	6,9	7,3	3,8	1,3	20,5	4,5	10,4	3,7
Hemikryptophyten	H	58,2	32,6	58,3	63,6	45,5	27,8	48,3	56,5	46,2	32,4	53,8	75,0	50,0	57,2
Chamaephyten	Ch	25,4	51,6	19,4	12,1	21,2	67,8	27,6	33,0	23,1	59,3	15,4	17,8	22,9	37,1
Nanophanerophyten	NP	1,5	0,04	-	-	3,0	-	3,4	-	3,8	0,1	2,6	0,1	6,3	0,4



		5I		5II		6I		6II		7		8I		8II	
		Sp%	Dg%	Sp%	Dg%	Sp%	Dg%	Sp%	Dg%	Sp%	Dg%	Sp%	Dg%	Sp%	Dg%
Therophyten	T	12,8	8,5	-	-	9,1	10,2	-	-	11,4	0,5	5,3	6,8	5,6	1,4
Geophyten	G	17,0	24,3	8,0	0,5	15,9	4,2	16,0	0,6	8,6	1,1	15,8	41,6	22,2	35,5
Hemikryptophyten	H	55,3	66,8	64,0	63,1	50,0	33,4	52,0	24,5	60,0	20,7	57,9	48,3	50,0	53,4
Chamaephyten	Ch	12,8	0,4	28,0	36,4	22,7	52,2	28,0	74,8	14,3	1,5	21,0	3,3	22,2	9,7
Nanophanerophyten	NP	2,1	0,02	-	-	2,3	0,03	4,0	0,1	5,7	76,2	-	-	-	-



- Vegetationstabelle 1: I Steppe mit dominierender *Artemisia brevifolia*  
II Subalpine Steppen ohne *Artemisia brevifolia*
- Vegetationstabelle 2: Blockschutt-Gesellschaften mit *Stachys tibetica*
- Vegetationstabelle 3: I Blockschutt-Gesellschaft mit *Kochia prostrata*  
II Blockschutt-Ges. mit *Koeleria macrantha*  
III Blockschutt-Ges. mit *Cicer microphyllum* und *Astragalus oplites*
- Vegetationstabelle 4: Gesellschaft mit *Artemisia brevifolia* und *Cicer microphyllum*
- Vegetationstabelle 5: I Gesellschaft mit *Calamagrostis epigejos* und *Carex moorcroftii*  
II Gesellschaft mit *Bistorta affinis* und *Pedicularis pyramidata*
- Vegetationstabelle 6: I Gesellschaft mit *Acantholimon lycopodioides*  
II Gesellschaft mit *Artemisia gmelinii*
- Vegetationstabelle 7: Zwergstrauch-Gebüsch mit *Caragana versicolor*
- Vegetationstabelle 8: Gesellschaftsgruppe mit *Elymus longe-aristatus* und *Arabis tibetica*  
I Variante mit *Biebersteinia odora*  
II Variante mit *Thermopsis inflata* und *Urtica hyperborea*

Abbildung 2. — Vergleich der Lebensformspektren unter Berücksichtigung der Artenzahl (Sp) und des mittleren Deckungsgrades (Dg) in Prozent.

## 2. Arbeitsgebiete

Die Bestandsaufnahmen zu den in der vorliegenden Arbeit erfassten Pflanzengesellschaften stammen aus recht verschiedenen Teilen von Ladakh. Grossräumig sind es drei Gebiete, die etwa 100 bis 200 km auseinanderliegen. In West-Ladakh ist es der Abschnitt des südlichen Surutales, ungefähr zwischen Sanku und Panikar mit Seitentälern, zu dem rein topographisch auch die Fluren des Hochtales von Gulmatungo unmittelbar mördlich der Nun Kun-Kette zu zählen sind. Im Südosten, in Zanskar wurden Gebiete zwischen Dzongkul und Bardan besucht und die entsprechende Vegetation mit Aufnahmen belegt. Schliesslich wurden umfangreichere Untersuchungen vor allem in den höheren Lagen des östlichen Ladakh südlich bis südwestlich von Leh zwischen Markha- und Industal durchgeführt, an Örtlichkeiten, die noch zu den nördlichsten Ketten der Zanskar Mountains gehören. In all diesen Gebieten erstreckt sich die Vegetation in vertikaler Richtung vom subalpinen Bereich bis zur Vegetationsgrenze in der alpinen Stufe.

Auf die Bedeutung der Himalaya-Hauptkette als Klimascheide zwischen dem innerasiatischen Trockengebiet, zu dem auch Ladakh grössernteils gehört, und der feuchteren Südseite des Himalaya ist bereits hingewiesen worden. Man vergleiche dazu die Klimadiagramme der Stationen entlang der Kashmirroute zwischen Sonamarg und Leh (HARTMANN, 1983: 135/136). Hieraus ist deutlich ersichtlich, wie die Trockenheit nach Norden und — noch ausgeprägter — nach Osten hin zunimmt. Parallel dazu wird die Pflanzendecke dürftiger, und die Landschaft wird in der subalpinen Stufe zunehmend von Steppengesellschaften, im Industal schliesslich sogar von Halbwüstengesellschaften beherrscht.

Leider sind bis heute noch keine Klimadaten aus der südöstlichen Provinz Zanskar bekannt geworden. Auf Grund von Vergleichen in der Vegetationsbildung dürften die Verhältnisse dort — auch unmittelbar hinter dem Himalaya-Hauptkamm — jedoch trockener sein als in den Landesteilen nordwestlich des Pensi La, z.B. im südlichen Suru- und im oberen Drastal. Unter den in dieser Studie berücksichtigten Landesteilen stehen zweifellos die Gebiete südlich von Leh, vom Kanda La über Stok La bis Matho Phu unter aridesten Klimabedingungen. Im Hinblick auf die bereits erwähnten konkreteren Klimadaten (1983) kann an dieser Stelle auf detailliertere Angaben verzichtet werden.

Nach WISSMANN's Karte (1959) über den Iso-Linien-Verlauf der klimatischen Schneegrenze in Hochasien ist für Ladakh der stärkste Anstieg dieser Grenzlinie in west-östlicher Richtung zu verzeichnen. So wird die Schneegrenze im Gebiet des Zoji La bei 4600-4800 m ü.M. angegeben. Im östlichen Ladakh (Leh, Stok, Matho, Kanda La) erreicht sie die Höhe von etwa 5600-5800 m ü.M. Ein entsprechender, aber geringerer Anstieg von Süden nach Norden ist nur im Westen und in südlichen Landesteilen vorhanden. Nahezu unverändert hält sich die Schneegrenze von Nordwest in Richtung Südost; z.B. Kargil 5400 m ü.M., Zanskar 5400-5600 m ü.M., Panikar 4800-5000 m, Gulmatungo 5000-5200 m ü.M. Für den Verlauf der Vegetationsstufen ist in den gleichen Richtungen ein geringerer Anstieg anzunehmen. Am Zoji La fällt die Grenzlinie zwischen subalpiner und alpiner Stufe mit der Waldgrenze zusammen und erreicht die Höhe zwischen 3500 und 3600 m ü.M. Im waldlosen Bergland von Ladakh ist eine entsprechende Grenze eventuell durch Vergleiche mit z.B. Rasengesellschaften möglich, die anderweitig für die Lage an der Waldgrenze charakteristisch sind. Das trifft insbesondere für die Randgebiete nahe der Himalayakette zu, wo mancherorts anstelle von Wald noch Reste des Weidengebüsches mit *Salix karelinii* stocken. In den arideren Gebieten ist der Übergang alpin-subalpin in der Regel mit dem Wechsel der Steppen-Vegetation einigermaßen erfassbar. Wie bereits früher (1983) beschrieben, wird die typische *Artemisia*-Steppe sehr oft von "alpinen" Steppen-Gesellschaften abgelöst. Meist ist der Übergang schon aus grösserer Entfernung durch eine intensivere Grünfärbung sichtbar. Diese Änderung ist die Folge eines Artenwechsels verbunden mit einem dichteren Vegetationsschluss; dabei ist oft auch die Artenzahl bis weit in die alpine Stufe erhöht. Das sind Auswirkungen der mit der Höhe zunehmenden Niederschläge sowie der durch Schmelzwasser länger durchfeuchteten Böden.

Im südlichen Surutal (West-Ladakh) verläuft der Übergang von der subalpinen zur alpinen Stufe etwas höher als am Zoji La, erreicht aber die 4000 m-Höhenlinie nicht. In Zanskar nahe Padum reicht die subalpine Stufe nach den eigenen Befunden selbst in nordexponierten Lagen bis ca. 4100 m ü.M., und für die östlichsten Standorte auf Matho Phu ist der Übergang in die alpine Stufe in einer Höhenlage von mindestens 4200-4300 m ü.M. anzunehmen.

Als Folge der nach Osten ansteigenden Vegetationsstufen dürfte auch die Tatsache gewertet werden, dass z.B. die Aufnahmeorte der *Stachys tibetica*-Gesellschaft, die von West- bis Ost-Ladakh auf Blockschutt vorkommt, in den östlichen Landesteilen einige hundert Meter höher liegen als im Westen.

Das Substrat der hier beschriebenen Pflanzengesellschaften wird von sehr humusarmen Steppenböden und teilweise auch mehr oder weniger reinen Gesteinsrohböden gebildet. Vom südlichen Surutal (Sanku, Panikar) über Gulmatungo (Sanmodangsa) bis Zanskar sind vorwiegend präkambrische, metamorphe Gesteine an der Bodenbildung beteiligt. Es handelt sich vor allem um recht verschiedenartige Gneise und Glimmerschiefer, die hauptsächlich als Schutt die Gesteinsunterlage bilden. Grünlich-schwarze amphibolitartige Gesteine fanden sich stellenweise nur in Zanskar. Die Untersuchungsorte im östlichen Ladakh liegen grösstenteils im Einzugsgebiet tertiärer Sedimente (vorwiegend Eocaen). In der Region von Matho Phu sind rote und grünliche Sandsteine am häufigsten, gefolgt von Konglomeraten; weniger häufig bilden rote und grünliche Schiefer den Untergrund. An den übrigen Örtlichkeiten (Stok Phu bis Kanda La) besteht die Gesteinsunterlage vor allem aus Schiefen von dunkelbrauner bis hellgrauer Farbe sowie aus Sandsteinen.

### 3. Beschreibung der erfassten Pflanzengesellschaften und deren Aufnahmegebiete

#### 3.1. Steppen-Gesellschaften der subalpinen Stufe (Tab. 1)

Einer tabellarischen Übersicht der subalpinen Steppen-Vegetation zwischen Zoji La und Fotu La (HARTMANN, 1983) schliesst sich mit der vorliegenden Vegetationstabelle 1 die Zusammenfassung entsprechender Pflanzengesellschaften aus der subalpinen Stufe des südlichen Ladakh an. Anders als die Vegetation auf Blockschutt, an Felsen und an lockeren Schutthalden, kann die in Tab. 1 erfasste Vegetation — wenigstens soweit es die eigentliche *Artemisia*-Steppe betrifft — als Klimax betrachtet werden. An solchen Standorten ist eine Waldbildung unter den herrschenden ariden Bedingungen nicht denkbar. Vor allem aus Gründen der floristischen Variabilität hat sich eine Unterteilung in die "eigentliche" *Artemisia*-Steppe und in einen Steppenrasen, in dem *Artemisia brevifolia* höchstens ganz vereinzelt vorkommt, aufgedrängt. Beide Steppen-Formen sind ausschliesslich in Hanglage der subalpinen Stufe angetroffen worden.

#### Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 1

- Nr. 1. Westliches Seitental bei Panikar (Chellong R.), 3810 m ü.M.; ca. 30 cm mächtige Feinerdeschicht über Blockschutt aus div. Gneisen; beweidet (schwach ausgebildete Viehweglein).
- Nr. 2. Seitental bei Panikar wie Nr. 1, jedoch auf der andern Seite des Bergkammes, der das Tal des Chellong River im Süden begrenzt, 3810 m; Gesteinsunterlage wie in Nr. 1; flachgründige, feinsandig-skelettige Feinerde (hell-ocker); beweidet.
- Nr. 3. Seitental wie Nr. 1, 3790 m; 30-40 cm tiefe schluffige, skelettarme Feinerdeschicht von dunkelbrauner Farbe, kompakt; pH-Wert in 10 cm Tiefe: 4.8 (KC1), 5.3 (H<sub>2</sub>O); beweidet.
- Nr. 4. Seitental des Chellong River, 3520 m; C-Horizont: vorwiegend dunkle Gneise als Schutt und Blockschutt; Feinerde schluffig-feinsandig, skelettreich; pH-Wert in 10 cm Tiefe: 5.5 (KC1), 6.0 (H<sub>2</sub>O); Hang von ausgeprägten Viehweglein durchzogen.
- Nr. 5. Seitental des Chellong River, 3730 m; C-Horizont: hellfarbene Gneise als Blockschutt; braune flachgründige Feinerdeschicht deutlich skelettig, kompakt; Viehweglein.
- Nr. 6. Ca. 4 km WSW Panikar (Tal des Chellong R.), 3660 m; Gesteinsunterlage: Glimmerschiefer als Schutt, teils Blockschutt; Feinerdeauflage wie in Nr. 3; sehr stark beweidet.
- Nr. 7. Gleicher Hang wie Nr. 6, 3600 m; Boden wie Nr. 6; pH-Wert (10 cm): 5.6 (KC1), 6.1 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 8. Surutal N Panikar, 3510 m; Gesteinsunterlage: Sericitgneise als Blockschutt; Feinerdeauflage zwischen Steinblöcken rel. flachgründig (10-30 cm), schluffig-feinsandig, hellbraun-ocker; sehr starke Beweidung.
- Nr. 9. Grosser Schuttkegel im Seitental des Chellong River W Panikar, 3450 m; C-Horizont: verschiedene Gneise als Schutt; Feinerdeschicht sehr flachgründig, glimmerreich, sandig, skelettreich (gelb-braun); pH-Wert in 10 cm Tiefe: 5.6 (KC1); 6.1 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 10. SW oberhalb Tungri (Zanskar), 3870 m; C-Horizont: hellfarbene Gneise und Glimmerschiefer als Blockschutt; schluffig-feinsandige, etwas skelettige Feinerde (ocker-hellbraun); pH-Wert (in 10 cm): 5.8 (KC1), 6.3 (H<sub>2</sub>O); sehr starke Beweidung.
- Nr. 11. Südlich oberhalb des Klosters Bardan (Tal des Lingti River), 3760 m; C-Horizont: Blockschutt aus Gneisen; staubig-feinsandige, skelettreiche Feinerdeschicht von hellgrau-bräunlicher Farbe; starke Beweidung.
- Nr. 12. SW oberhalb Tungri (Zanskar), 3760 m; Gesteinsunterlage und Boden ähnlich wie in Nr. 10; pH-Wert (in 10 cm): 6.6 (KC1), 6.8 (H<sub>2</sub>O); sehr starke Beweidung.
- Nr. 13. Rechte Talseite SW oberhalb Tungri, 4120 m; C-Horizont: Blockschutt aus hellfarbenen Gneisen und dunkleren Glimmerschiefern; Boden sehr steinig; dazwischen aber viel schluffig-feinsandige Feinerde von schokoladebrauner Farbe; pH-Wert (in 10 cm): 5.3 (KC1), 5.8 (H<sub>2</sub>O), beweidet.

- Nr. 14. Gleicher Hang wie Nr. 13 oberhalb Tungri, 4000 m; C-Horizont: Blockschutt aus Sericitschiefern; Feinerde zwischen Steinblöcken feinsandig, etwas schluffig, ± skelettig, ocker-braun; pH-Wert: 5.6 (KC1), 6.0 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 15. Surutal N Panikar, 3470 m; Gesteinsunterlage wie in Nr. 8; flachgründige feinsandig-staubige Feinerdeschicht (hellbraun-ocker); pH-Wert (in 10 cm): 5.8 (KC1), 6.3 (H<sub>2</sub>O); starke Beweidung.
- Nr. 16. W oberhalb Sanku (Surutal), 3480 m; C-Horizont: Schutt aus Gneisen; ocker-braune Feinerde schluffig-sandig, skelettreich; pH-Wert (in 10 cm) 5.6 (KC1), 6.2 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 17. SW oberhalb Sanku, 3460 m; C-Horizont: Schutt aus vorwiegend weichen Sericitschiefern; Feinerde staubig-feinsandig, skelettreich; Schaf- und Ziegenweide.
- Nr. 18. Gleicher Talhang wie Nr. 16 oberhalb Sanku, 3320 m; skelettreiche, schluffig-feinsandige Feinerde über Schutt aus weichen Sericitschiefern; pH-Wert: 6.0 (KC1), 6.5 (H<sub>2</sub>O); stark von Ziegen und Schafen beweidet.
- Nr. 19. Westliches Seitental bei Panikar, 3480 m; Bodenunterlage aus sehr kompaktem Schutt (vorwiegend Glimmerschiefer); Boden mit relat. tiefgründiger Feinerdeschicht (bis ca. 40 cm tief), schluffig, sehr kompakt und skelettfrei; oberste 5-10 cm schwärzlich-braun, darunter ocker; pH-Wert in 5 cm: 5.4 (KC1), 5.9 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 20. Nördlich oberhalb Tungri (linke Talseite), 3830 m; C-Horizont: grüneschwarzes amphibolitartiges Gestein als Blockschutt; ocker-braune, feinsandig-schluffige, skeletthaltige Feinerde, gegenüber mittelgrobem Schutt weniger als 50%; pH-Wert (in 10 cm): 6.2 (KC1), 6.8 (H<sub>2</sub>O); sehr intensiv beweidet.
- Nr. 21. Ca. 300 m NE Aufn. Nr. 20, 3890 m ü.M.; Boden wie in Nr. 20; pH-Wert in 10 cm Tiefe: 5.7 (KC1), 6.4 (H<sub>2</sub>O).

### 3.1.1. Steppengesellschaften mit dominierender *Artemisia brevifolia* (*Artemisia-Steppe*)

Wie schon für die Gebiete entlang der Kashmirroute zwischen Dras und dem ins Industal führenden Fotu La gezeigt werden konnte (HARTMANN, 1983), stellen die Steppen mit *Artemisia brevifolia* flächenmässig sowie in bezug auf die Nutzung als Weide die wichtigste Vegetationsform in der subalpinen Höhenstufe dar. Diese Feststellung gilt ebenso für den südlichen Landesteil von Ladakh, der sich im wesentlichen auf die Gebiete zwischen den Zanskar Mountains und dem Hauptkamm der Himalaya-Kette erstreckt. Während im südlichen Surutal die Grenze zur alpinen Höhenstufe bereits unterhalb der 4000 m-Höhenlinie erreicht wird, verläuft dieselbe im südöstlichen Abschnitt des Untersuchungsgebietes, in Zanskar, deutlich höher.

#### Verbreitung

Die Aufnahmeflächen zu Tabelle 1 liegen einerseits im Haupttal des Suru River zwischen Sanku und Panikar sowie in Seitentälern, die dort münden. In der Provinz Zanskar (Tungri bis Bardan) wurden weitere Bestände untersucht. Die entferntesten Aufnahmestellen liegen somit mindestens 130 km (Luftlinie) auseinander. Steppen mit *Artemisia brevifolia* wurden aber auch im Tal des Doda River NW Tungri sowie im west-ost-verlaufenden Seitental von Kartse bzw. Skianku/Shispur, das bei Sanku mündet, angetroffen. Im ebenfalls ost-west-verlaufenden Hochtal des Suru River im Gebiet von Gulmatungo (Sanmodangsa), unmittelbar nördlich der Nun Kun-Kette kommt es jedoch nicht mehr zur Ausbildung der typischen *Artemisia*-Steppe. *Artemisia brevifolia* fehlt zwar auch dort nicht, ist jedoch in einem andern Artengefüge auf Blockschutt beteiligt (Tab. 4, Photo 9).

#### Floristische Charakterisierung/Gliederung

Floristisch lässt sich die Gesellschaftsgruppe I mit stets dominierender *Artemisia brevifolia* in drei ranglose Gruppen (A, B und C) gliedern. Gesellschaft IA mit *Astragalus rhizanthus* ist innerhalb der subalpinen Steppe durch die kennzeichnende Artengruppe 2 abgegrenzt. Gut vertreten sind daneben auch Gruppe 3 und *Koeleria macrantha*. Einzige Kennart für IB ist innerhalb der *Artemisia*-Steppe *Arenaria griffithii* und für IC *Astragalus oplites*. Wenn auch die Abgrenzung gegenüber der einen oder andern Gesellschaft durch das Vorhandensein oder Fehlen von Artengruppen, die in jeweils zwei Gesellschaften vertreten sind, verbessert werden kann, so dürfte einer solch rein floristischen Gliederung kaum grössere Bedeutung zukommen.

Die Aufnahmen zu IA stammen alle aus dem Tal des Chelong River, das von der Hauptkette in nordöstlicher Richtung verläuft und bei Panikar mündet. Wenn die übrigen Bestände in den Tal-schaften von Suru und Zanskar auf eine Distanz bis über 100 km voneinander getrennt sind, und dies durch die Barriere des 4300 m hohen Pensi La, so sind Unterschiede in der Flora zu erwarten.

In Anbetracht der teils doch weit auseinanderliegenden Aufnahmeörtlichkeiten macht die Steppengesellschaft trotzdem auch floristisch einen recht einheitlichen Eindruck. Nebst der dominierenden *Artemisia* zählen *Ephedra gerardiana* und *Arnebia euchroma* zu den Kenn- bzw. Trennarten. Ausserdem sind 9 Arten mit einer Stetigkeit von über 50% vertreten. Unter den Begleitarten fallen folgende durch eine Konstanz von über 70% auf: *Piptatherum laterale* / oder *gracile*, *Nepeta discolor*, *Dianthus anatolicus*, *Polygonum polycnemoides/rottboellioides* und *Scorzonera virgata*. Eine gewisse Eigenständigkeit kommt den Aufnahmen 13 und 14 zu, da nicht weniger als insgesamt





9 Arten innerhalb der *Artemisia*-Steppe auf jene Örtlichkeit in Zanskar begrenzt sind. Die im übrigen fast durchwegs fehlende *Festuca kashmiriana* tritt nur in diesen Beständen mit grösserer Häufigkeit auf. Eine derart hohe Artenzahl (22/21) ist überdies unter den 21 Aufnahmen von Tabelle 1 auf die Gebiete im Tal des Chellong River beschränkt. Vermutlich sind die nähere Lage am Hauptkamm des Gebirges und die dadurch bedingten höheren Niederschläge dafür verantwortlich. Die in Zanskar allgemein arideren Verhältnisse dürften an den Aufnahmestellen (Nr. 13, 14) durch die grössere Höhe ü.M. (mindestens 4000 m ü.M.!) kompensiert sein.

### Vergleiche

Ein Vergleich mit entsprechenden Steppengesellschaften entlang der Kashmirroute aus den Talbecken von Dras bis Lamayuru bzw. Fotu La (HARTMANN, 1983: Tab. 3) zeigt viel Ähnliches, aber auch einige Unterschiede auf. Mit Ausnahme der ophiolithischen Schuttböden bei Dras sind alle Böden der in Tabelle 3 (1983) zusammengefassten Steppen-Bestände durch einen deutlichen Karbonatgehalt gekennzeichnet; dementsprechend variieren die pH-Werte (KC1) zwischen 7.0 und 8.2. Ganz anders liegen die Verhältnisse diesbezüglich für die Böden der in Tab. 1 zusammengefassten Steppen-Bestände im südlichen Ladakh. Hier war nicht an einer Aufnahmestelle Karbonat nachzuweisen; die pH-Werte (KC1) variieren zwischen 4.8 und 6.6.

Zu den kennzeichnenden Arten der nördlicheren Steppen mit *Artemisia brevifolia* (Tabl. 3, 1983), die in Tabelle 1 fehlen, gehören u.a.: *Chrysanthemum pyrethroides*, *Tanacetum artemisioides*, *Matthiola flavida*, *Astragalus subuliformis* und *Viola kunawarensis*. Von den Begleitarten mit einer Präsenz von mindestens 50% fehlen in Tab. 1: *Oxytropis mollis*, *Acantholimon lycopodioides* und *Stipa orientalis*. Andererseits fehlen den nördlicheren vergleichbaren Steppen auch einige Arten, die in Tabelle 1 entweder unter den kennzeichnenden Arten oder den häufigeren Begleitern aufgeführt sind, wie z.B. *Draba cachemirica*, *Astragalus rhizanthus*, *Bromus oxyodon* u.a. Einige Taxa, die in Tabelle 1 durch grössere Konstanz auffallen, sind in Tabelle 3 (1983) nur vereinzelt enthalten, z.B. *Ephedra gerardiana*, *Nepeta discolor*, *Veronica biloba*. Umgekehrt ist das Verhältnis beispielsweise für *Eritrichium canum* und *Platytaenia lasiocarpa*.

Die Steppe mit *Artemisia brevifolia* zwischen Mulbekh und Fotu La ist mit einer mittleren Artenzahl von 13.5 deutlich artenärmer als die vergleichbare *Artemisia*-Steppe in Suru und Zanskar mit 19.3. Ein Artengefälle in südöstlicher Richtung ist auch in vergleichbarer Höhenlage zwischen Suru und Zanskar festzustellen; es dürfte jedoch entlang der Linie Mulbekh — Lamayuru — Industal ausgeprägter sein als Folge der in östlicher Richtung etwas stärker zunehmenden Aridität.

Unverkennbar ist die Ähnlichkeit auch zur *Oxytropis mollis*-*Koeleria macrantha* (*gracilis*)-Gesellschaft im zentralen Karakorum (HARTMANN, 1968), welche dort die *Artemisia*-Steppe der höheren subalpinen Stufe repräsentiert. Von den aufgeführten Kenn- und Trennarten, die auch in Tabelle 1 enthalten sind, seien folgende erwähnt: *Ephedra gerardiana*, *Pedicularis pycnantha*, *Koeleria macrantha*, *Nepeta discolor*, *Scorzonera virgata* und *Poa versicolor* subsp. *araratica*.

Lebensformspektrum. In der Darstellung der Lebensformspektren (Abb. 2) zeigt sich die durchgehende Vorherrschaft der Hemikryptophyten, wie dies auch in der Zusammenstellung der Pflanzengesellschaften entlang der Kashmirroute der Fall ist. Die Spektren der Steppengesellschaften mit dominierender *Artemisia brevifolia* sind sehr ähnlich, sofern bei der Berechnung lediglich die Artenzahl verwendet wird. Bei Berücksichtigung der Artmächtigkeit bzw. des mittleren Deckungsgrades aber überwiegt der Anteil der Chamaephyten mit 78.2% in der Steppe zwischen Mulbekh und Fotu La viel stärker als in der vergleichbaren Gesellschaft im südlichen Ladakh. In dieser Beziehung noch stärker verschieden ist das Lebensformspektrum der analogen *Oxytropis mollis*-*Koeleria macrantha*-Steppe im Karakorum. Der visuelle Eindruck einer mit Zwergsträuchern besetzten Rasensteppe findet sich in der Vorherrschaft der Hemikryptophyten bestätigt, auch wenn bei der Berechnung der mittlere Deckungsgrad zugrunde liegt.

### Standort

Die Bodenverhältnisse sind insofern einheitlich, als es sich überall um gefestigte Schuttböden handelt (Photo 4). Vorwiegend Gneise (hell- bis dunkelfarbige), Sericit- oder Glimmerschiefer als stark gefestigter Schutt oder Blockschutt bilden den C-Horizont. Eine darüberliegende flachgründige, ± skelettige, selten skelettfreie Feinerdeschicht ist stets gefestigt. Die hellgrau-braune bis dunkelbraune, aber sehr oft ± ocker getönte Feinerde weist vorwiegend eine staubig-schluffige bis sandige Körnung auf. Andeutungen zur Bildung von Horizonten finden sich selten; in der Regel

sind keinerlei Horizonte sichtbar. Die Bodenoberfläche ist stets mit Steinen und oft auch mittelgroben Blöcken besetzt, die selten nur ca. 5%, gelegentlich aber bis über 50% der Fläche einnehmen. Wie festgestellt, konnte in keiner Probe der Feinerde und des Skeletts mit verd. Salzsäure Karbonat nachgewiesen werden; dementsprechend variiert der pH-Wert (KC1) zwischen 4.8 und 6.6.

Im ganzen Untersuchungsgebiet zeigten auch die abgelegensten Aufnahmestellen Spuren der Beweidung durch Haustiere, unter denen die Schaf- und Ziegenherden in den dürrftigsten Weidegebieten eine Vorrangstellung einnehmen. Die besseren Weiden der höheren Lagen sind oft in erster Linie dem Dzo bzw. Dzomo vorbehalten, das sind männliche bzw. weibliche Kreuzungsprodukte zwischen Yak und Rind.

Wo der Oberboden nicht durch zuviel blockigen Schutt aus hartem Gneis angereichert ist, durchziehen meist mehr oder weniger deutlich ausgetretene Viehweglein die Steppenhänge.

Im Einzugsgebiet des N-S-verlaufenden Teils des Surutales sowie in den Seitentälern wird die *Artemisia*-Steppe an ihrer oberen Grenze vor allem durch die dichteren Bestände mit *Bistorta affinis* abgelöst. Der meist stark dominierende Knöterich, dessen Spaliere ausgedehnte Teppiche zu bilden vermögen, verleiht den höher gelegenen Talflanken bereits Ende August/Anfang September weithin die rötliche Herbstfarbe. Im Hochtal von Gulmatungo (nördlich der Nun Kun-Kette), wo die eigentliche *Artemisia*-Steppe nicht mehr angetroffen wurde, bilden in  $\pm$  südexponierter Lage vor allem Varianten der Gesellschaftsgruppe mit *Festuca kashmiriana* und *Poa suruana* den Übergang in die alpine Stufe (Tab. 5). Blockschutthänge sind dort aber oft von der krautreichen Gesellschaft mit *Artemisia brevifolia* und *Cicer microphyllum* besetzt (Tab. 4, Photo 9). Über die Art der Rasen-Gesellschaften, die im eigentlichen Zanskar nach oben hin die *Artemisia*-Steppe ablösen, konnten leider keine Eindrücke gesammelt werden. Hingegen sind die weiten Hochflächen des Pensi La in der unteren alpinen Stufe von verschiedenen Rasen-Varianten besetzt, in denen meist *Kobresia pamiroalaica* vorherrscht.

Terrassenbildungen und Hangmulden haben — mindestens in höheren Lagen — eine in der Regel deutliche Unterbrechung der *Artemisia*-Steppe zur Folge. Im Chellong-Tal fehlt *Artemisia* sozusagen ganz in flachen Mulden, in denen der Schnee länger liegen bleibt; an deren Stelle gelangen Gräser und Scheinrgräser sowie *Leontopodium* zur Dominanz. In blockreichen Mulden, aber auch oberhalb und unterhalb terrassenartiger Verflachungen kann sich *Bistorta affinis* ausbreiten, selbst wo solche Standorte noch tief in der subalpinen Stufe liegen. Das Schema in Abb. 3 (s. auch Photo 3) veranschaulicht eine solche Situation im Chellong-Tal. Der flach auslaufende Hangfuss (auf alter Moräne) ist von einem sehr kurzen, aber relativ dichten Rasen bewachsen, dessen Artenzusammensetzung durch nachstehende Bestandesliste belegt sei:

Nr. 102. Terrassenartige Stelle am rechtsseitigen Abhang im Tal des Chellong River SW Panikar, 3640 m ü.M.; Expos. 0-10°NW; Boden: relat. tiefgründige (ca. 50 cm), schluffige, nahezu skelettfreie Feinerde von schwärzlichbrauner Farbe, gefestigt, über Blockschutt aus Gneisen; pH-Wert (in 10 cm): 5.3 (KC1), 6.0 (H<sub>2</sub>O); Veg.bedeckung ca. 90%; Aufnahmefläche 80 m<sup>2</sup>:

4	<i>Carex pseudofetida</i> Kük.	2	<i>Polygonum polycnemoides</i> Jaub. & Spach
2	<i>Leontopodium leontopodium</i> (DC.) Hand.-Mazz.	1	<i>Poa markgrafii</i> Hartm.
+	<i>Koeleria macrantha</i> (Ld.) Schult.	2	<i>Agrostis vinealis</i> Schreb.
+	<i>Taraxacum</i> sp.	2	<i>Potentilla bifurca</i> L.
r	<i>Dianthus anatolicus</i> Boiss.	2	<i>Sibbaldia cuneata</i> Kunze
r	<i>Artemisia brevifolia</i> Wall.	2	<i>Veronica biloba</i> L.

Ein Vergleich mit der am Hang anschliessenden artenreichen *Bistorta affinis*-Gesellschaft zeigt, dass die Anzahl gemeinsamer Arten (8) etwa gleich gross ist wie zur weiter oben sich fortsetzenden *Artemisia*-Steppe. Zweifellos verdankt die hier lokal ausgebildete *Bistorta affinis*-Gesellschaft ihre Existenz an diesem Hang auch einer länger dauernden Schneebedeckung, die durch die Bildung von Lawinenkegeln gewährleistet sein dürfte.

### 3.1.2. Subalpine Steppen-Gesellschaften ohne *Artemisia brevifolia*

Im Flächenanteil kommt den Steppen ohne *Artemisia brevifolia* in der subalpinen Höhenstufe keine grosse Bedeutung zu, ist diese Steppenform doch eher selten und dann meist lokal relativ eng begrenzt anzutreffen. In der Qualität als Weide dürfte die Gesellschaft jedoch — wenigstens

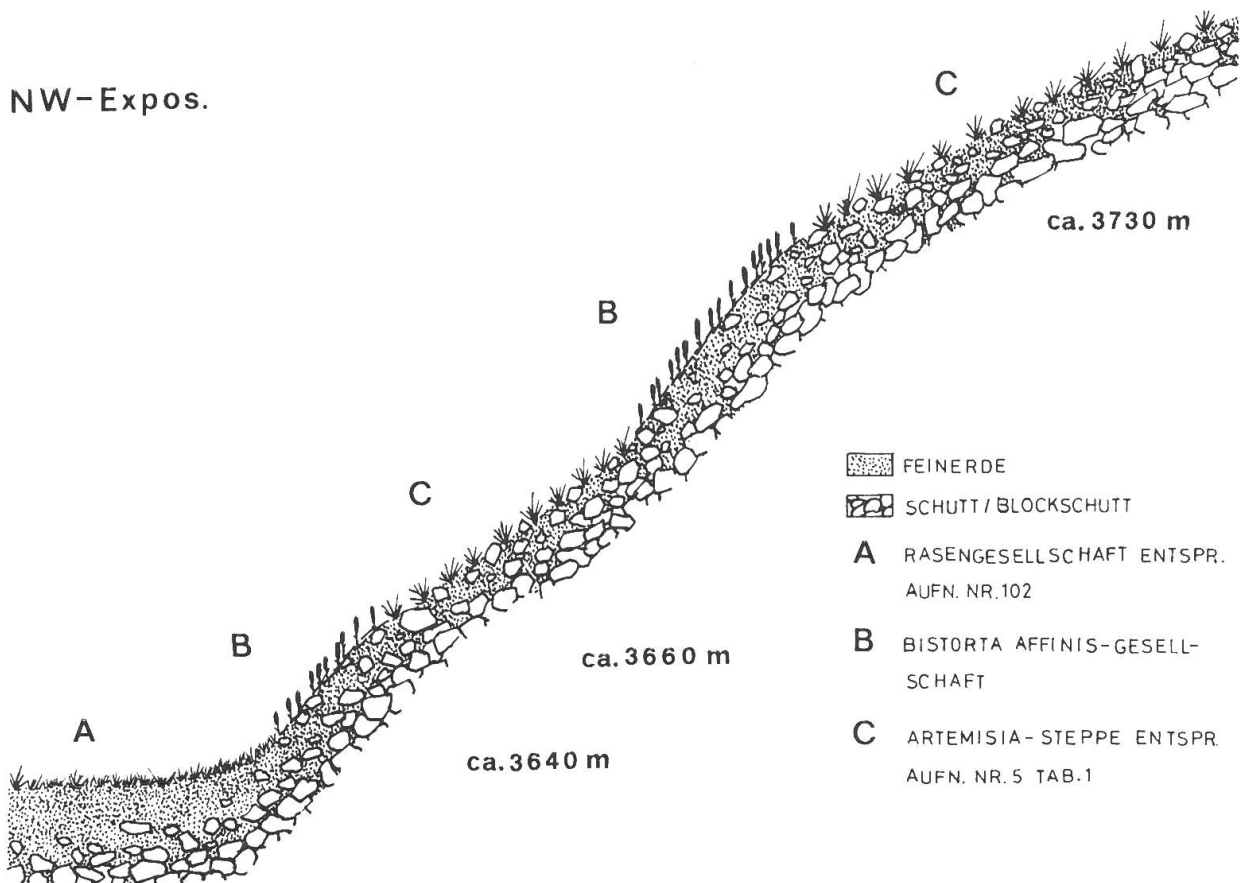


Abbildung 3. — Skizze zu Hang-Profil (rechte Talseite) im Tal des Chellong River südwestlich Panikar.

in der Ausbildung mit *Koeleria macrantha* und *Arenaria griffithii* — jene der *Artemisia*-Steppe übertreffen. Intensivste Beweidung durch Schaf- und Ziegenherden war an allen Aufnahmestellen nachweisbar.

Die Aufnahmeflächen zu II A (Gesellschaft mit *Koeleria macrantha* und *Arenaria griffithii*) stammen aus dem Gebiet von Sanku sowie aus dem Seitental des Chellong River. In einer Entfernung von mindestens 100 km im Südosten, in Zanskar bei Tungri, liegen die beiden Aufnahmestellen zu II B.

Für die deutlichen floristischen Unterschiede der beiden Steppenformen ohne *Artemisia* dürfte nicht allein die grosse Distanz dazwischen verantwortlich sein. Die Klimaverhältnisse in Zanskar sind gegenüber dem südlichen Surutal — wie schon erwähnt — arider; die Aufnahmeorte nördlich Tungri liegen zwar höher, aber in Süd- bis Südost-Exposition. Unterschiedlich sind sodann auch die Bodenverhältnisse, indem der Untergrund oberhalb Tungri durch dunkles amphibolitartiges Gestein in Form von Blockschutt ausgezeichnet ist. Die schluffige bis sandige Feinerde des Oberbodens ist überall mit den Böden der *Artemisia*-Steppe vergleichbar. Die gemessenen pH-Werte liegen im schwach sauren Bereich und variieren zwischen 5.6 und 6.2 (KC1).

Im Vergleich zur *Artemisia*-Steppe fehlen den übrigen Steppen-Gesellschaften der Tabelle 1 (II) nebst *Artemisia brevifolia* fast alle Vertreter der kennzeichnenden Artengruppen 1 bis 3. Von den "übrigen Arten", die in den Aufnahmeflächen der *Artemisia*-Steppe mindestens zweimal vertreten sind, fehlen den Gesellschaften II nicht weniger als 16 Arten. Dabei ist II B mit nur 12 Arten deutlich artenärmer als die entsprechende Vegetation (II A) im Surutal mit einer mittleren Artenzahl von 18.

Durch das Fehlen von *Artemisia brevifolia* sowie einiger anderer Zwergsträucher ist der Chamaephyten-Anteil im Lebensformspektrum — besonders unter Berücksichtigung des mittleren Deckungsgrades — drastisch reduziert; dementsprechend ist der Anteil der Hemikryptophyten gegenüber der *Artemisia*-Steppe etwa doppelt so gross.

Mit Hilfe der vorliegenden Fakten dürfte es kaum möglich sein, Faktoren zu nennen, die eindeutig für den Unterschied zwischen den Steppen-Gesellschaften I und II (Tab. 1) verantwortlich sind. Auf den Böden der Aufnahmeflächen Nr. 16-19 könnte man sich in gleicher Hang- und Höhenlage ebenso gut irgend eine Variante der *Artemisia*-Steppe vorstellen. Die Frage, ob eventuell noch unbekannte Bodeneigenschaften oder aber der Eingriff des Menschen für die Existenz der subalpinen Steppe ohne *Artemisia* verantwortlich sei, bleibt vorläufig offen. In Zeiten grösseren Brennstoffmangels werden Menschen da und dort veranlasst gewesen sein, auch die Zwergsträucher benachbarter Steppen in begrenztem Ausmass zu sammeln. Zeugen solchen Tuns waren wir früher in vergleichbaren Steppengebieten des Braldotales (Nord-Pakistan) und später auch im östlichen Ladakh, dort allerdings in höheren Lagen, oberhalb 4000 m ü.M.

Etwas anders verhält es sich mit den Rasensteppen der unteren alpinen Stufe oder in der Übergangszone dazu, wo die Dominanz von *Artemisia brevifolia* durch andere Arten abgelöst wird. Nachstehende Aufnahme Nr. 65 vermittelt die Zusammensetzung eines solchen, von Schafen und Ziegen beweideten Steppenrasens: linksseitiger Talhang des westlich Kartse mündenden ost-west verlaufenden Seitentales, 3790 m ü.M., Expos. 25°ENE; flachgründiger, gefestigter Schuttboden mit karbonathaltigem Feinerdeanteil; pH-Wert (in 10 cm): 7.3 (KCl), 7.6 (H<sub>2</sub>O), Muttergestein aus weichen Sericitgneisen, teils anstehend, teils als kompakter Schutt; Veget.bedeckung 65%, Aufn.fläche 100 m<sup>2</sup>:

3	<i>Koeleria macrantha</i> (Led.) Schult.	1	<i>Polygonum paronychioides</i> C. A. Mey.
2	<i>Agrostis vinealis</i> Schreb.	+	<i>Potentilla bifurca</i> L.
2	<i>Astragalus oplites</i> Benth.	+	<i>Brachyactis roylei</i> (DC.) Wend.
2	<i>Polygonum polycnemoides</i> Jaub.	+	<i>Scorzonera virgata</i> DC.
	& Sp.	1	<i>Arenaria griffithii</i> Boiss.
+	<i>Poa</i> cf. <i>attenuata</i> Trin.	1	<i>Veronica biloba</i> L.
+	<i>Androsace robusta</i> (Kth.) Hand.-Mazz.	1	<i>Jurinea ceratocarpa</i> Benth. var.
+	<i>Acantholimon lycopodioides</i> Boiss.		<i>depressa</i> Clarke
+	<i>Taraxacum</i> sp.		

Hinsichtlich der Artengarnitur können vermutlich auch solche Bestände der Gesellschaft mit *Koeleria macrantha* und *Arenaria griffithii* zugeordnet werden. Es fehlen zwar einige wichtige Vertreter wie *Carex stenophylla*, *Elymus repens* u.a., aber andererseits sind nicht weniger als 11 Arten obiger Liste in Gesellschaft II der Tabelle 1 enthalten.

Wo in dieser Höhenstufe in vergleichbarer Hanglage der Boden steiniger ist und der grobe Blockschutt bis an die Bodenoberfläche reicht, treten die halbkugeligen Polster von *Acantholimon lycopodioides* stärker in den Vordergrund. Aufnahme Nr. 71 stammt von der gleichen Talflanke wie Nr. 65: 3870 m ü.M., Expos. 25°E; Boden und Gestein ähnlich wie in Aufn.fläche Nr. 65, jedoch grobblockiger, steiniger, viel Blockschutt an Oberfläche; Vegetationsbedeckung 50%; Aufn.fläche 100 m<sup>2</sup>:

2	<i>Acantholimon lycopodioides</i> Boiss.	+	<i>Elymus longe-aristatus</i> Tzvel.
2	<i>Koeleria macrantha</i> (Led.) Schult.		subsp. <i>canaliculatus</i> (Nevski) Tzvel.
2	<i>Poa</i> cf. <i>attenuata</i> Trin.	+	<i>Psychrogeton andryaloides</i> (DC.) Nov.
2	<i>Arenaria griffithii</i> Boiss.	+	<i>Tanacetum gracile</i> Hook. f. & Th.
2	<i>Veronica biloba</i> L.	+	<i>Artemisia brevifolia</i> Wall.
2	<i>Polygonum polycnemoides</i> Jb. & Sp.	+	<i>Leontopodium leontopodium</i> (DC.)
1	<i>Polygonum paronychioides</i> C. A. Mey.		Hand.-Mazz.
+	<i>Silene moorcroftiana</i> Wall.	+	<i>Ephedra gerardiana</i> Wall.
1	<i>Carex pseudofortida</i> Kük.	r	<i>Campanula pallida</i> Wall. var. <i>tibetica</i>
1	<i>Scorzonera virgata</i> DC.		Hk. fil. & Th.
+	<i>Aconogonum tortuosum</i> (Don) Hara	r	<i>Draba cachemirica</i> Gandager
+	<i>Jurinea ceratocarpa</i> Benth. var.		
	<i>depressa</i> Clarke		

Auch dieser Bestand zeigt floristisch nähere Beziehung zu den in Tabelle 1 zusammengefassten Steppen-Gesellschaften, indem von den 20 Arten immerhin deren 14 gemeinsam sind. Geringere Ähnlichkeit — sowohl in den ökologischen Bedingungen wie im Artengefüge — besteht zur Gesellschaft mit *Acantholimon lycopodioides* der Hochlagen im östlichen Ladakh (vgl. Tab. 6).

### 3.2. Blockschutt-Gesellschaften mit *Stachys tibetica* (Tab. 2)

Die hier beschriebene Vegetation mit *Stachys tibetica* stellt insofern eine Spezialistengesellschaft dar, als deren Vorkommen in ausgeprägtem Masse an Böden gebunden ist, die bis an die Oberfläche von Blockschutt durchsetzt sind. An solchen Standorten dürfte die Gesellschaftsgruppe in allen Teilen Ladakhs bis an die Grenze zur alpinen Stufe anzutreffen sein. Zusammen mit bereits publizierten Bestandesaufnahmen (HARTMANN, 1983) aus dem Gebiet von Kargil sowie von Lardo Brok im Industal erstreckt sich das Vorkommen nach den eigenen Befunden auf den vertikalen Bereich zwischen 2870 m und nahezu 4200 m ü.M. Die Aufnahmestellen liegen einerseits im östlichen Ladakh (Berge südlich Leh zwischen Indus und Markha River) und andererseits im südlichen Surutal nahe Panikar [B].

#### Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 2

- |        |   |
|--------|---|
| Nr. 1. | Schutthang in Schlucht südlich Matho, 4030 m ü.M.; Hangschutt aus grünen und roten Sandsteinen und Schiefeln. Wurzelhorizont aus lockerem, grusigem Feinschutt; letzterer mit ziemlich starker Karbonat-Reaktion.   |
| Nr. 2. | Seitentäl der Schlucht südlich Matho, 3800 m; Schutthalde aus gleichem Gestein wie in Nr. 1; sandig-grusige Feinerde zeigt eine starke Karbonat-Reaktion.   |
| Nr. 3. | Yurutse (zwischen Rumbak und Kanda La), 4180 m; Schuttkegel am Grunde eines breiten Couloirs; Blockschutt aus grünlich-grauem Sandstein und Schiefer.   |
| Nr. 4. | Im gleichen Seitental S Matho wie in Nr. 2, 3790 m; Halde aus gefestigtem Blockschutt (nur aus Sandstein und dessen Verwitterungsschutt); gefestigter Sandboden trotz Gefälle sehr gut begehbar; Karbonat-Reaktion sehr stark; pH-Wert in 10 cm: 8.0 (KCl), 8.5 (H <sub>2</sub> O). |
| Nr. 5. | Tal südlich Stok, 4010 m; Schutthang aus weinroten und grünlichen Schiefeln; Wurzelhorizont aus hellbraunem, fein- bis mittelgroßem, ± kompaktem Schutt; keine Karbonat-Reaktion; zeitweise starke Beweidung.   |
| Nr. 6. | Eingang in das von Westen mündende Seitental bei Panikar (Surutal), 3350 m; Blockschutt aus Gneisen; Feinerde des steinigen Schuttbodens glimmerreich, sandig; keine Karbonat-Reaktion; pH-Wert in 10 cm: 6.4 (KCl), 6.9 (H <sub>2</sub> O).  |
| Nr. 7. | Panikar, ca. 1 km westlich der Aufn.stelle von Nr. 6, 3390 m; Gesteinsuntergrund und Boden ähnlich Aufn. Nr. 6, aber sandige Feinerde weniger stabil, lockerer, ähnlich einer Schutthalde.  |

Wenn die Aufnahmeorte im östlichen Ladakh einige hundert Meter höher liegen als jene im Surutal, so ist diese Tatsache wahrscheinlich dem früher erwähnten Umstand zuzuschreiben, dass die Vegetationsstufen in Ladakh von Westen nach Osten ansteigen.

Weil streng an Blockschutt gebunden, sind die *Stachys tibetica*-Bestände im Vergleich zur *Artemisia*-Steppe kleinflächiger ausgebildet. Durch den höheren Anteil grober Gesteinstrümmen auch an der Bodenoberfläche lassen sie sich meist schon aus der Ferne deutlich erkennen (Photo 5, 6). In Ausnahmefällen kann der blockige Schutt nahezu 90% der Bodenoberfläche ausmachen; infolgedessen erreicht die Vegetationsbedeckung keine 50%; sie variiert zwischen etwa 30 und 45%. Andererseits ergeben sich durch die Gesteinsbrocken unterschiedlicher Größe an der Oberfläche verschiedene Kleinstandorte (z.B. in der Beschattungsdauer), die zusammen mit dem variierenden Feinerdegehalt im Wurzelhorizont verantwortlich sein mögen für die nicht besonders homogene Artenverteilung auch in einem regional begrenzten Gebiet.

Der Blockschutt besteht aus Sandstein, aus Schiefeln oder einem Gemisch derselben, oder auch aus Gneisen. Die meist grusig-sandige Feinerde im Wurzelbereich kann relativ locker oder ± kompakt gelagert sein. In jedem Fall waren Halden mit *Stachys tibetica*-Vegetation auch in steiler Hanglage gut begehbar. Die Karbonat-Reaktion mit verd. Salzsäure verlief an den Aufnahmestellen A mit einer Ausnahme positiv. Im Boden der Aufnahme Nr. 4 wurden pH-Werte von 8.0 (KCl) bzw. 8.5 (H<sub>2</sub>O) gemessen, im Boden von Nr. 6 aus dem Surutal 6.4 (KCl) bzw. 6.9 (H<sub>2</sub>O). Selbstverständlich bleiben auch die Bestände mit dem Tibeter Ziest nicht von Weidetieren verschont.

Zu den eigentlichen Kennarten der Gesellschaft gehören nebst *Stachys tibetica*, *Physochlaina praealta* und *Nepeta royleana*. Zu den hochsteten Begleitarten zählen *Heracleum pinnatum* und *Silene moorcroftiana*. Mit der durchschnittlichen Artenzahl von nicht ganz 18 (17.7) steht die Gesellschaft etwas unter derjenigen der *Artemisia*-Steppe (19.3). Dabei ist allerdings zwischen einer östlichen (I) und einer westlichen Variante (II) zu unterscheiden. Letztere durch die Differentialartengruppe mit *Campanula pallida* var. *tibetica* gekennzeichnet, ist mit mindestens 22 Arten pro 100 m<sup>2</sup> viel artenreicher als Variante I mit im Mittel nur 15 Arten. Kennzeichnend für die östliche

Tabelle 2. — Blockschuttesgesellschaften mit *Stachys tibetica*.

Tabellen-Nr. ....	1	2	3	4	5	6	7
Aufnahme-Nr. ....	54	55	144	56	119	108	109
Höhe ü.M. (in 10 m).....	403	380	418	379	401	335	339
Exposition.....	SE	NNE	SE	NNE	NW	SE	ESE
Neigung (Grad).....	35	30	20	30	25	15	30
Deckungsgrad (%).....	45	40	30	40	35	40	35
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> ).....	100	100	100	100	100	100	100
Artenzahl.....	16	17	15	14	13	22	27

"Gesellschaften"	I				II		
Differential-und Kennartengruppen							
1.H <u>Eritrichium canum</u> Kitam. ....	+	+	+	+	1	.	.
Ch <u>Tanacetum gracile</u> Hook.f.et Th. ....	2	1	1	3	.	.	.
H,T <u>Sisymbrium brassiciforme</u> C.A.Mey. ....	1	+	+	+	.	.	.
Ch,G,H <u>Euphorbia tibetica</u> Boiss. ....	+	+	.	+	.	.	.
2.H <u>Campanula pallida</u> Wall.var. <u>tibetica</u> (Hk.&Th.)	.	.	.	.	.	+	1
T <u>Bromus tectorum</u> L. ....Hara	.	.	.	.	.	+	+
H <u>Scrophularia nudata</u> Penn. ....	.	.	.	.	.	+	+
3.Ch <u>Stachys tibetica</u> Vatke.....	2	3	3	+	2	3	3
G (H) <u>Physochlaina praealta</u> (D.Don)Hook.f. ....	+	+	+	.	+	.	+
H,Ch <u>Nepeta royleana</u> R.R.Stewart ....	2	+	.	+	.	2	.
<u>Übrige Arten</u>							
H <u>Heracleum pinnatum</u> C.B.Clarke.....	1	+	+	r	+	r <sup>o</sup>	+
Ch(G) <u>Silene moorcroftiana</u> Wall. ....	1	2	.	1	2	1	1
H <u>Piptatherum laterale</u> Rosh. ....	1	+	.	.	1	2	2
H <u>Elymus longe-aristatus</u> (Boiss.)Tzvel. 1)....	1	1	1	.	1	.	.
T,H <u>Brachyactis roylei</u> (DC.)Wend. ....	+	+	.	.	.	1	+
H <u>Melica persica</u> Kunth.....	+	.	+	.	.	.	1
H (G) <u>Nepeta discolor</u> Royle ex Benth. ....	.	.	.	.	2	+	1
H <u>Stipa himalaica</u> Roshw. ....	1	.	.	1	.	.	.
H,Ch <u>Aconogonum tortuosum</u> (D.Don)Hara.....	+	.	.	.	+	.	.
H (G) <u>Nepeta floccosa</u> Benth. ....	.	1	+	.	.	.	.
H,G <u>Crepis flexuosa</u> (DC.)Benth.et Hook.f. ....	.	+	+	.	.	.	.
H,T <u>Lepidium apetalum</u> Willd. ....	.	.	+	+	.	.	.
H (G) <u>Potentilla bifurca</u> L. ....	.	.	+	.	+	.	.
H,G <u>Leymus secalinus</u> (Georgi)Tzvelev.....	.	.	.	+	.	.	+
Ch <u>Artemisia brevifolia</u> Wall. ....	.	.	.	.	+	.	.
H <u>Cynoglossum glochidiatum</u> Wall.ex Benth. ....	.	.	.	.	.	r <sup>o</sup>	+
H <u>Astragalus falconeri</u> Bunge.....	.	.	.	.	.	+	+
Ch <u>Artemisia salsoloides</u> Willd. 2).....	.	.	.	.	.	+	+
T <u>Polygonum polycnemoides</u> Jaub.et Spach.....	.	.	.	.	.	+	+
Ch <u>Polygonum paronychioides</u> C.A.Mey. ....	.	.	.	.	.	1	+
G (G) <u>Elymus repens</u> (L.)Gould.....	.	.	.	.	.	+	1
H <u>Psychogeton andryaloides</u> (DC.)Nov.var.andryaloides Grierson	.	.	.	.	.	r	+

1) ssp.canaliculatus (Nevski)Tzvelev

I Ausbildung mit *Eritrichium canum*II Ausbildung mit *Campanula pallida* var.*tibetica*Ausserdem je einmal notiert in Aufnahme der Tab.-Nr. 1: T *Senecio dubius* Ledeb. r;Nr. 2: T *Chenopodium album* L. +, T *Chenopodium foliosum* (Moench)Asch. +, H(G) *Cicer microphyllum* Benth. r<sup>o</sup>; Nr. 3: G(H) *Christolea crassifolia* Camb. 1, H *Chesneya cuneata*(Benth.)Ali +, NP *Lonicera spinosa* (Dcne.)Walp. r; Nr. 4: Ch,G *Ephedra regeliana* Florin +, Ch *Krascheninnikovia ceratoides* (L.)Gueld. +, H(G) *Matthiola flavida* Boiss. +;Nr. 5: Ch *Artemisia gmelinii* Weber ex Steckm. +, H *Thalictrum vaginatum* Royle +;Nr. 6: *Chenopodium botrys* L. 1, T *Bromus oxyodon* Schrenk +, T *Filago pyramidata* L. +, T *Axyris hybrida* L. +; Nr. 7: H *Scorzonera virgata* DC. 1, T *Arabis tibetica* Hook.f.etTh. +, H *Cousinia thomsonii* Clarke +, Ch *Thymus serpyllum* L.ssp.*quinquecostatus* Kit. +, Ch *Anaphalis virgata* Thoms.ex Clarke +, NP *Lonicera asperifolia* (Dcne.)Hook.f.etTh. r, H *Arnebia euchroma* (Royle)I.M.Johnst.var.*euchroma* Kazmi r, H *Valeriana clarkei* Briq. r.

Ausbildungsform der Gesellschaft ist die Artengruppe 1 mit *Eritrichium canum*. Für die Aufnahme fläche Nr. 4, in der *Tanacetum gracile* nicht nur deutlich vorherrscht und *Stachys tibetica* beinahe zu verdrängen scheint, ist der Sandboden auffällig kompakt; im Wurzelhorizont überwiegen feinsandige Komponenten.

Expositionsunterschiede haben anscheinend keinen wesentlichen Einfluss auf das Artengefüge. Im Suru-Gebiet war die Gesellschaft auch auf der gegenüberliegenden Talseite anzutreffen; es stehen jedoch keine Bestandsaufnahmen zur Verfügung.

Im Lebensformspektrum unter Berücksichtigung der Artenzahl stehen die Hemikryptophyten im Vergleich zur *Artemisia*-Steppe mit 45.5% deutlich zurück. Relativ hohen Anteil erreichen die Therophyten mit 19.7%. Bei Berücksichtigung des mittleren Deckungsgrades aber fällt das Hauptgewicht mit 67.8% auf die Chamaephyten.

Nahe der Ortschaft Sanku im Surutal ergab sich Gelegenheit, Blockschutt-Fluren in unmittelbarer Nähe menschlicher Siedlungen zu sehen, deren soziologische Zuordnung nicht eindeutig ist. Weil solche Bestände nach der floristischen Zusammensetzung den *Stachys tibetica*-Gesellschaften am nächsten stehen, trotzdem der Tibeter Ziest fehlt, seien die beiden Bestandsaufnahmen an dieser Stelle eingeschoben.

- Nr. 181. Ca. 10 km S Sanku (Surutal), 3040 m ü.M.; Expos. 10°S; gefestigter Schutt mit viel schluffig-sandiger Feinerde; Bodenoberfläche zu ca. 50% aus gefestigtem Blockschutt (verschiedene Paragneise); Vegetationsbedeckung ca. 45%; Aufnahme fläche 100 m<sup>2</sup>.
- Nr. 182. Gleiche Lokalität wie Nr. 181, aber ca. 100 m nördlich davon, 3060 m ü.M.; Expos. 25°S; Schuttboden mit Feinsand angereichert, gefestigt entspr. Nr. 181, aber Bodenoberfläche zu ca. 90% mit Gesteinsblöcken besetzt (Paragneise); Vegetationsbedeckung ca. 60%; Aufn. fläche 100 m<sup>2</sup>.

	Nr. 181	Nr. 182
<i>Piptatherum laterale</i> Rosh. ....	2	2
<i>Chenopodium botrys</i> L. ....	1	1
<i>Bromus tectorum</i> L. ....	1	+
<i>Convolvulus arvensis</i> L. ....	+	+
<i>Nepeta royleana</i> R. R. Stewart. ....	+	+
<i>Artemisia salsoloides</i> Willd. var. <i>paniculata</i> Hook. fil. ....	3	.
<i>Polygonum polycnemoides</i> Jaub. & Spach. ....	2	.
<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. & Kit. ....	1	.
<i>Carex pseudofoetida</i> Kük. ....	1	.
<i>Polygonum paronychioides</i> C. A. M. ....	+	.
<i>Filago pyramidata</i> L. ....	+	.
<i>Dianthus anatolicus</i> Boiss. ....	+	.
<i>Artemisia gmelinii</i> Weber ex Steckm. ....	.	4
<i>Euphorbia tibetica</i> Boiss. ....	.	1
<i>Verbascum</i> cf. <i>thapsus</i> L. ....	.	+°
<i>Cynoglossum glochidiatum</i> Wall. ex Benth. ....	.	+°

Ähnlichkeit in der Artengarnitur besteht nur mit den *Stachys tibetica*-Gesellschaften. Von den 12 Arten in Aufnahme Nr. 181 sind in Tabelle 2 deren 4 und von den 9 Arten in Nr. 182 deren 2 nicht aufgeführt). Von den Kenn- und Trennarten der Tabelle 2 enthalten die beiden Listen nur *Nepeta royleana*, *Bromus tectorum* und *Euphorbia tibetica*.

Beide Bestände erwecken einen stark verarmten Eindruck; die auffällig reduzierte Artenzahl kann eine Folge besonders starker Begehung durch Haustiere sein, denn die Aufnahmestellen befinden sich unmittelbar am Rande einer kleinen Siedlung. Arten wie *Chenopodium botrys*, *Convolvulus arvensis*, *Bromus tectorum* und auch *Verbascum thapsus* sind Zeiger nährstoffreicher Böden von Unkraut- und Schuttfluren.

### 3.3. Blockschutt-Gesellschaften mit *Artemisia salsoloides* und/oder *Lindelofia anchusoides* (Tab. 3)

Floristisch lässt sich die Gesellschaftsgruppe mit *Artemisia salsoloides* und *Lindelofia anchusoides* mit Hilfe der Trennarten 1, 2 und 3 leicht in drei verschiedene Untergruppen gliedern. Schwerer fällt es, konkrete ökologische Faktoren zu nennen, die den unterschiedlichen Gesellschaften oder

Varianten zugrunde liegen. Leicht erkennbare Bodenfaktoren können dafür kaum verantwortlich sein, weil die Verschiedenartigkeit der Schuttböden zwischen den einzelnen Gesellschaften nicht grösser ist als zwischen den Aufnahmeorten einer Gesellschaft. Indessen sind die drei Gesellschaften (I, II und III) auf drei geographisch verschiedene Räume verteilt, in denen die Klimaverhältnisse nicht genau gleich sind: Gebiet von Panikar (I), Talbecken von Sanku (II) und Zanskar (III). Die Gebiete von Sanku und Zanskar haben aridere Bedingungen als Panikar. Ausserdem sind die Untersuchungsgebiete im Surutal von Zanskar über eine Entfernung von mehr als hundert Kilometer durch den 4300 m hohen Pensi La getrennt, so dass auch chorologische Ursachen für die Verschiedenartigkeit der Gesellschaften in Betracht fallen.

### Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 3

- Nr. 1. Westliches Seitental (Chellong River) bei Panikar, 3510 m ü.M.; Blockschutt aus verschiedenen Gneisen; grobe und mittlere Steinblöcke bedecken Bodenoberfläche bis zu 90%, sandige, skelettreiche Feinerde wenig gefestigt.
- Nr. 2. Nördlich Panikar, 3380 m; Schutt aus schieferigen Zweiglimmergneisen; nahe der Oberfläche überwiegt mittelgrober Schutt mit viel feinsandiger, leicht schluffiger Feinerde; pH-Wert in 10 cm: 5.8 (KCl), 6.3 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 3. Nördlich Panikar, 3350 m; Untergrund Blockschutt aus Sericitgneisen, sandig-schluffige, skelettreiche Feinerde; pH-Wert in 10 cm: 5.8 (KCl), 6.4 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 4. Gleicher Hang wie Nr. 3 aber weiter oben, 3370 m; Bodenverhältnisse ähnlich, aber Anteil der glimmerreichen Feinsandkomponente viel grösser, weniger steinig als in Nr. 3; Ausbildung von Viehwegen.
- Nr. 5. Westlich oberhalb Sanku (Surutal), 3820 m; Schuttboden aus relativ weichen Paragneisen, ± gefestigt; Feinerde aus glimmerreichem Sand und Schluff; Karbonatreaktion = 0; pH-Wert in 10 cm: 6.2 (KCl), 6.7 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 6. Westlich Sanku wie Nr. 5, 3680 m; Gestein und Boden trotz erheblich tieferer Lage kaum verschieden von Nr. 5; sehr stark von Weidetieren begangen.
- Nr. 7. Westlich Sanku, ca. 200 m höher als Aufn. Nr. 5, 4050 m; Gestein und Boden wie in Aufn.fläche Nr. 5.
- Nr. 8. Seitental von Dzongkul Gompa (Zanskar), 3800 m; Gesteinsunterlage aus hellgrauen bis weisslichen Gneisen und Glimmerschiefern als Schutt; glimmerreiche Feinerde sandig-schluffig; pH-Wert in 15 cm: 5.7 (KCl), 6.3 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 9. Örtlichkeit wie Nr. 8, ca. 300 m westlich davon, 3830 m; Gestein und Boden sehr ähnlich.
- Nr. 10. SW oberhalb Tungri (Zanskar), 3920 m; feinerdreicher, gefestigter Schuttboden aus verschiedenen Gneisen; Feinerde glimmerreich, vorwiegend feinsandig; pH-Wert in 15 cm: 5.1 (KCl), 6.0 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 11. Tungri, 3640 m; Untergrund: blau- und grün-graue, schieferige Paragneise als Schutt; über gefestigtem, mittel- und feinkiesigem Schutt viel loser, mittel- und grobblockiger Schutt; Feinerde sandig-schluffig; pH-Wert in 15 cm: 6.5 (KCl), 7.1 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 12. Tungri, 3680 m; ca. 500 m NW Aufn. Nr. 11, weiter hangaufwärts gegen anstehenden Fels; Gestein und Boden vergleichbar; Anteil der Sand- und Schluff-Fractionen jedoch grösser.

### Floristische Charakterisierung

Für die Gesellschaftsgruppe charakteristisch sind vor allem *Artemisia salsoloides* und *Lindelia anchusoides*, erstere oft dominierend. Wo *Artemisia* fehlt, ist stets *Lindelia* präsent und dann meist mit grösserer Häufigkeit. Im Gegensatz zur *Stachys tibetica*-Gesellschaft ist auch *Scorzonera virgata* in den meisten Aufnahmen vorhanden. Unter den Begleitarten mit höchster Stetigkeit führt *Nepeta discolor* gefolgt von *Piptatherum laterale* bzw. *P. gracile* und *Polygonum polycnemoides*. Die mittlere Artenzahl aller 12 Aufnahmen nimmt sich mit 16 eher bescheiden aus und ist auch für die unterschiedenen Gesellschaften (I-III) beinahe gleich. Die als Trenn- und Kennarten aufgeführten Taxa sind im Treuegrad nicht gleichwertig. Durch einen geringeren Treuegrad ausgezeichnet sind: *Cynoglossum glochidiatum*, *Astragalus falconeri*, *Chenopodium botrys*, *Heracleum pinnatum* und *Brachyactis roylei*.

### Boden

Die Bodenverhältnisse dieser Spezialistengesellschaften auf Blockschutt sind denjenigen der *Stachys tibetica*-Gesellschaft so ähnlich, dass es oft schwer fällt, Unterschiede zu sehen. Im Gegensatz zu den Schuttfluren mit Tibeter Ziest wurden die Bestände mit *Artemisia salsoloides* stets nur auf Gesteinsschutt aus Gneisen festgestellt. Verschiedene Paragneise, Glimmerschiefer sowie ein Gemisch derselben als Blockschutt bilden das Muttergestein für die Bodenbildung. Der ± gefestigte Schutt enthält meist viel glimmerreiche, schluffig-sandige Feinerde, deren pH-Wert im neutralen bis schwach sauren Bereich liegt: 5.1-6.5 (KCl) bzw. 6.0-7.1 (H<sub>2</sub>O). Ein Karbonatgehalt war mit verd. Salzsäure nirgends nachzuweisen.

Tabelle 3. — Blockschuttgesellschaften mit *Artemisia salsoloides* und/oder *Lindelofia anchusoides*.

Tabellen-Nr. ....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aufnahme-Nr. ....	111	76	72	73	60	64	62	151	152	155	149	150
Hohe u.M. (in 10 m)....	351	338	335	337	382	368	405	380	383	392	364	368
Exposition.....	SE	ESE	SE	SE	SE	NE	SE	SE	SE	E	SW	SW
Neigung (Grad).....	20	20	20	25	30	30	25	25	30	25	25	30
Deckungsgrad (%).....	35	40	50	40	35	35	45	50	65	65	35	40
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> ).....	100	100	100	100	100	100	100	150	150	100	150	150
Artenzahl.....	20	17	16	14	19	14	14	18	13	17	15	15

Gesellschaften	I	II	III
Kennzeichnende Arten und Artengruppen			
1.Ch <i>Kochia prostrata</i> (L.)Schr. ....	r <sup>o</sup> + 1 +	.	.
Ch(G) <i>Dianthus anatolicus</i> Boiss. ....	+ + +	.	.
H,G <i>Carex pseudofloetida</i> Kük. ....	2 1 1	.	.
H <i>Cynoglossum glochidiatum</i> Wall.ex Benth. ....	+ 1 1 +	.	.
H <i>Astragalus falconeri</i> Bunge ....	. 1 + 1	.	.
T <i>Chenopodium botrys</i> L. ....	. + r +	.	.
H <i>Heracleum pinnatum</i> C.B.Clarke.....	. + + 3	.	.
2.H <i>Koeleria macrantha</i> (Led.)Schult. ....	.	2 2 2	.
H <i>Verbascum thapsus</i> L. ....	r . . .	+ <sup>o</sup> + <sup>o</sup> r <sup>o</sup>	.
T,H <i>Brachyactis roylei</i> (DC.)Wend. ....	.	1 1 1	.
3.H(G) <i>Cicer microphyllum</i> Benth. ....	r . . .	.	1 4 . 3 3
H(Ch) <i>Scrophularia koelzii</i> Penn. ....	.	.	+ + . 1 1
Ch <i>Astragalus oplites</i> Benth. ....	.	r .	2 . + + +
H <i>Mattiastrum himalayense</i> Brand.....	.	.	. + + + +
H <i>Platytaenia lasiocarpa</i> Rech.f.et Riedl 1)....	.	.	. 1 + 1
4.H <i>Scorzonera virgata</i> DC. ....	+ 1 + 1 +	+ +	+ 1 + .
Ch <i>Artemisia salsoloides</i> Willd.var. <i>paniculata</i> Hk.	3 3 r . 3 3	3 1 + . . .	.
5.H <i>Lindelofia anchusoides</i> (Lindl.)Lehm. ....	+ <sup>o</sup> 1 2 + . .	. 1 2 4 1 +	.
6.Ch <i>Polygonum paronychioides</i> C.A.Mey. ....	1 1 1 1 1 1 1	. . . . .	.
<u>Übrige Arten</u>			
H (G) <i>Nepeta discolor</i> Royle ex Benth. ....	2 1 2 1 r	+ + 1 1 1 + +	.
T <i>Polygonum polycnemoides</i> Jb.et Sp. *2).....	1 + 1 1 .	+ + . 1 1*	+*
H <i>Piptatherum laterale</i> Rosh./gracile*Mez.....	2 . 2 + 1*	+* +* 2* 1* 2*	.
G (H) <i>Elymus repens</i> (L.)Gould. ....	+ + . . +	1 + . . 2 + 1	.
H <i>Elymus longe-aristatus</i> (Boiss.)Tzvel. 3)....	. . . . + +	+ 1 1 . + +	.
T <i>Bromus oxyodon</i> Schrenk.....	+ + . . +	. 1 + 1 . .	.
Ch(G) <i>Silene moorcroftiana</i> Wall. ....	1 + . . .	. 1 . . 2 1	.
H,Ch <i>Aconogonum tortuosum</i> (D.Don)Hara.....	. . . . +	r <sup>o</sup> 2 3 + . .	.
H <i>Psychrogeton andryaloides</i> (DC.)Nov. 4).....	+ . . . + +	. . . + . .	.
Ch <i>Artemisia brevifolia</i> Wall. ....	r <sup>o</sup> . + . . .	. . . + . .	.
H <i>Cousinia thomsonii</i> Clarke ....	r . . . .	. r + . . .	.
NP <i>Rosa webbiana</i> Wall.ex Royle ....	r . . . .	. r . . . +	.
Ch <i>Thymus serpyllum</i> L.ssp. <i>quinquecostatus</i> Kit. .	+ . . . +	. . . . .	.
T <i>Veronica biloba</i> L. ....	. . . + .	+ . . . .	.
H <i>Agrostis vinealis</i> Schreb. ....	. . . . +	. r . . . .	.
H <i>Melica persica</i> Kunth.....	. . . . +	. . . . .	+ .
T <i>Arabis tibetica</i> Hook.f.et Th. ....	. . . . 1 1	. . . . .	.
Ch(G) <i>Ephedra Gerardiana</i> Wall. ....	. . . . .	. + . + . .	.
H,T <i>Sisymbrium brassiciforme</i> C.A.Mey. ....	. . . . .	. . + . . r	.
G (H) <i>Physochlaina praealta</i> (D.Don)Hook.f. ....	. . . . .	. . . . + +	.

- 1) ssp.thomsonii Rech.f.et Riedl  
 2) \*P.rotboellioides Jb.et Sp.  
 3) ssp.canaliculatus (Nevski)Tzvelev  
 4) var.andryaloides Grierson
- Ausserdem je einmal notiert in Aufnahme der Tab.-Nr.:
- 1: H *Scrophularia nudata* Penn. +
  - 3: Ch *Chrysanthemum griffithii* Clarke +
  - 4: H *Astragalus peduncularis* Royle +
  - 5: H (Ch) *Saussurea jacea* (Klotzsch)Clarke +
  - Ch *Bistorta affinis* (D.Don)Greene +
  - NP *Lonicera asperifolia* (Dcne.)Hook.f.et Th. +
  - 7: T *Cuscuta europaea* L.var.*indica* Engelm. 1
  - 8: G(H) *Polygonum cognatum* Meissn. +
  - 10: H,G *Carex stenophylla* Wahlenb. +
  - G *Orobanche cernua* Loeffl. + auf *Artemisia*
  - H *Arnebia euchroma* (Royle)I.M.Johnst. var.*euchroma* Kazmi +
  - H(Ch) *Nepeta glutinosa* Benth. (+)
  - G *Rheum webbiana* Royle (+)
  - 11: H(G) *Lactuca tatarica* (L.)C.A.M.var.*tibetica* Hook.f.+
  - H,G *Rubia tibetica* Hook.f. +
  - H,G *Crepis flexuosa* (DC.)Benth.et Hook.f. r
- I Gesellschaft mit *Kochia prostrata*  
 II Gesellschaft mit *Koeleria macrantha*  
 III Gesellschaft mit *Cicer microphyllum* und *Astragalus oplites*

Dass oft kleine Abweichungen in der Bodenbeschaffenheit bei sonst gleichartigen Standortsfaktoren innerhalb einer Gesellschaft zur Varianten- oder Faziesbildung führen können, zeigt der Vergleich zwischen den Aufnahmen Nr. 3 und 4 (Tab. 3). Beide Aufnahmestellen liegen am gleichen Abhang in SE-Exposition, Nr. 4, ca. 20 m höher und wenig steiler (Photo 8). Der Blockschutt besteht aus denselben schieferigen Sericitgneisen; in Aufnahme Nr. 4 ist der Boden aber deutlich weniger steinig als in Nr. 3, dafür durch einen erheblich grösseren Anteil des glimmerigen Feinsandes ausgezeichnet. Diese wenig verschiedenen Bodenverhältnisse dürften verantwortlich sein für das massenhafte Auftreten von *Heracleum pinnatum*, einem Doldengewächs, das auch in den *Stachys tibetica*-Schuttfluren mit höchster Stetigkeit aber meist nur geringer Häufigkeit vorkommt, das im Zeitpunkt der Untersuchung (1976) mindestens 1/4 der Bodenfläche bedeckte. Dadurch heben sich die beiden Bestände, deren Artenlisten im übrigen weitgehend übereinstimmen, schon durch ihre unterschiedliche grüne Farbe voneinander ab (Photo 8). Infolge des weicherens Bodens ist das Gelände mit der *Heracleum*-Fazies viel ausgeprägter von Viehwegen durchzogen.

Nicht eindeutig zu beantworten ist die Frage, warum auf Blockschutt desselben Gesteins in ähnlicher Hanglage die *Stachys tibetica*-Gesellschaft und die Gesellschaft mit *Artemisia salsoloides* angetroffen werden können? Eine solche, eher seltene Situation ist in Abb. 4 dargestellt. Die Skizze veranschaulicht schematisiert einen Ausschnitt des Hangprofils durch einen riesigen Schuttkegel mit terrassenartiger Verflachung im Seitental des Chellong River westlich Panikar. Über die

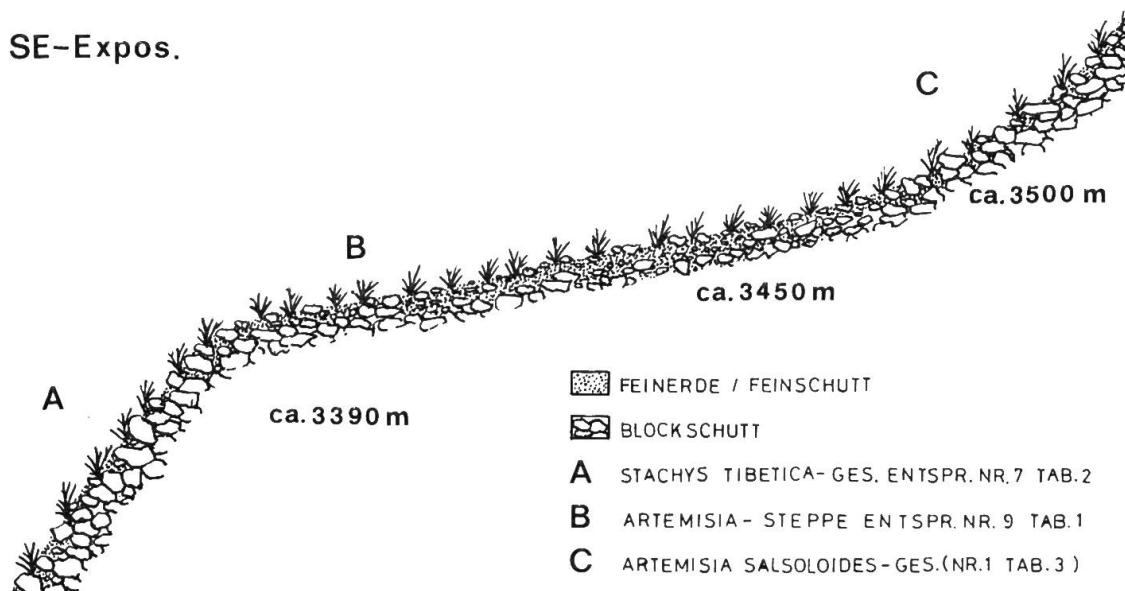


Abbildung 4. — Schema zu Hang-Profil (linke Talseite) im Tal des Chellong River südwestlich Panikar.

Artengarnitur der *Artemisia*-Steppe, die den flacheren Teil des Abhangs bedeckt, orientiert Aufnahme Nr. 9 in Tab. 1. Das flachgründige Substrat besteht aus mittelgrobem und feinerem Schutt. In steilerer Hanglage auf Blockschutt darüber und darunter folgen die Gesellschaften mit *Artemisia salsoloides* bzw. mit *Stachys tibetica*, die durch Aufnahme Nr. 1 (Tab. 3) bzw. Nr. 7 (Tab. 2) dargestellt sind. Warum ist auf dem gleichartigen Blockschutt (aus verschiedenen Gneisen) in derselben Exposition nicht nur eine der beiden Gesellschaften ausgebildet? Die Erklärung dazu ist kaum in Bodenfaktoren zu finden, auch wenn der Schutt unterhalb der *Artemisia*-Steppe etwas grössere Felsblöcke enthält. Denkbar ist, dass am Standort der Gesellschaft mit *Artemisia salsoloides* an den Hangfuss abgerutschter Schnee im Frühjahr länger liegen bleibt, der steilere Hangteil mit *Stachys tibetica* unterhalb der *Artemisia*-Steppe aber früher von Schnee befreit wird. Nach dieser Annahme wären die beiden Standorte durch eine unterschiedliche Dauer der Schneebedeckung und die dadurch verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnisse zu erklären; eindeutig zu beantworten ist diese Frage aber nur an Ort und Stelle im Frühjahr. Die Vermutung, wonach die *Stachys tibetica*-Gesellschaft eher trockenere Standorte besiedelt, kann vielleicht durch die Tatsache be-

stärkt werden, dass diese Form der Blockschuttsteppe auch in den aridesten östlichen Landesteilen vorkommt, wo die Gesellschaften mit *Artemisia salsoloides* und/oder *Lindelofia anchusoides* nie angetroffen worden sind.

### 3.4. Gesellschaft mit *Artemisia brevifolia* und *Cicer microphyllum* (Tab. 4)

#### Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 4

- |        |  |
|--------|--|
| Nr. 1. | Nördlich oberhalb Sanmodangsa (Gulmatungo) zwischen Parkutse und Rangdum, 4190 m ü.M.; C-Horizont: Blockschutt aus Gneisen; schluffigsandiger-kiesiger, mit groben Steinblöcken durchsetzter Schuttboden; pH-Wert in 10 cm: 5.3 (KC1), 5.9 (H <sub>2</sub> O). |
| Nr. 2. | Sanmodangsa, 4040 m; Blockschutt aus dunkel- und hellfarbenen Glimmerschiefern; skelettarme, schluffreiche Feinerde zwischen Steinblöcken von sehr unterschiedlicher Tiefe.  |
| Nr. 3. | Sanmodangsa, 3950 m; C-Horizont: Blockschutt aus hellgrauen Zweiglimmergneisen; Boden wie Aufn. Nr. 2; pH-Wert in 10 cm: 5.4 (KC1), 5.9 (H <sub>2</sub> O); zeitweise Beweidung durch Schaf- und Ziegenherden.   |
| Nr. 4. | Sanmodangsa, 3940 m; Boden über Blockschutt aus Gneisen ähnlich Aufnahmeflächen Nr. 2 und 3; Feinerde aber sandiger, skelettreicher und weniger gefestigt; Beweidung wie oben.   |
| Nr. 5. | Sanmodangsa, 3940 m; C-Horizont: relativ weiche, vorwiegend rostbraune Glimmerschiefer als Schutt; Feinerdeanteil (schluffig-feinsandig) viel grösser als z.B. in Aufn. Nr. 4; pH-Wert in 10 cm: 6.4 (KC1), 6.9 (H <sub>2</sub> O).                            |
| Nr. 6. | Sanmodangsa, gleicher Hang (-Schuttkegel) wie in Nr. 5, jedoch am Hangfuss; Anteil der mittel- und grobblockigen Komponenten grösser; Feinerde skelettreicher; gröbere Steine und Blöcke nehmen bis zu ca. 90% der Bodenoberfläche ein.                        |

Alle Aufnahmestellen befinden sich nördlich der Nun Kun-Gruppe (7135 m ü.M.) auf der rechten Seite des Suru River. Das Gebiet im E-W-verlaufenden Hochtal, auf den meisten Karten mit Gulmatungo angeschrieben, ist von den Einheimischen aber als Sanmodangsa bezeichnet worden.

In diesem Hochtal zwischen Parkutse und Rangdum, unmittelbar hinter der Himalaya-Hauptkette fallen mehr Niederschläge als in den nördlicheren und östlichen Landesteilen. Deshalb kommt es auch an Südhängen nicht mehr zur Ausbildung der *Artemisia*-Steppe und auch die beschriebenen steppenartigen Blockschuttgesellschaften fehlen. An deren Stelle besiedeln Bestände mit *Artemisia brevifolia* und *Cicer microphyllum* Halden mit Blockschutt zwischen etwa 3900 und nahezu 4300 m ü.M.

Im Gegensatz beispielsweise zur *Stachys tibetica*-Gesellschaft erwecken solche Blockschutt-Formationen keinen steppenartigen Eindruck mehr; sie wirken üppiger, krautiger, obwohl zahlreiche Arten die gleichen sind (Photo 9). Die Vegetationsbedeckung übersteigt denn auch stets 50%; sie variiert zwischen 65 und 90%, und die mittlere Artenzahl erreicht nahezu 20 (19.7). Bemerkenswert ist für Variante I die dominierende Stellung von *Artemisia brevifolia* in einer doch etwas ungewohnten Artenkombination, die in Variante II eindrücklich von *Aconogonum tortuosum* übernommen wird. Die Aufnahmeflächen Nr. 5 und 6 liegen am gleichen, ausgedehnten Hangschuttkegel: Nr. 5 oben, wo gröbere Steinblöcke nur ca. die Hälfte der Bodenoberfläche einnehmen und der Anteil an schluffig-sandiger Feinerde viel grösser ist; Nr. 6 nahe am untern Rand des Schuttkegels mit weniger aber skelettreicherer Feinerde und grösseren Steinen und Blöcken, die etwa 90% der Bodenoberfläche beanspruchen, so dass — im Unterschied zu Nr. 5 — trotz Beweidung durch Ziegen und Schafe keine Viehwege mehr gebildet werden. In Anbetracht der doch recht unterschiedlichen Bodenbeschaffenheit fällt auf, dass immerhin alle Arten mit Artmächtigkeit 2 und mehr (8) in beiden Aufnahmeflächen vorkommen.

Blockschuttböden aus Gneisen bilden auch an den Aufnahmeorten der Variante I die Unterlage der relativ artenreichen Bestände. Der Anteil schluffigsandiger und kiesiger Fraktionen zwischen grösseren Blöcken variiert, ist aber im Wurzelbereich  $\pm$  gefestigt; die gemessenen pH-Werte liegen zwischen 5.3 und 6.4 (KC1) bzw. 5.9 und 6.9 (H<sub>2</sub>O).

In bezug auf die Feuchtigkeitsansprüche stellen diese Schuttfluren ein Gemisch aus Xerophyten und Mesophyten dar. Unter den durch höhere Präsenz ausgezeichneten Sippen sind z.B. folgende Vertreter der Steppen: *Artemisia brevifolia*, *Pedicularis pycnantha*, *Nepeta discolor*, *Polygonum paronychioides*, *Scorzonera virgata*, *Kochia prostrata*. Eher mesophytischen Charakter haben: *Poa suruana*, *Aconogonum tortuosum*, *Epilobium angustifolium*, *Calamagrostis epigejos* und wohl auch *Lindelofia anchusoides* und *Cicer microphyllum*.

Im Hinblick auf die Tatsache, dass die vorliegende Blockschuttgesellschaft keine Klimax-Vegetation sein kann, stellt sich die Frage, wohin die Entwicklung unter ungestörten Bedingungen führen wird. Ein Blick auf die gegenüberliegende Talseite, die zum Fuss des Kun gehört, orientiert

Tabelle 4. — Gesellschaft mit *Artemisia brevifolia* und *Cicer microphyllum*.

Tabellen-Nr. ....	1	2	3	4	5	6
Aufnahme-Nr. ....	95	82	81	83	84	85
Höhe ü.M. (in 10 m).....	419	404	395	394	394	391
Exposition .....	SE	SW	S	S	SSW	S
Neigung (Grad).....	20	30	30	20	30	15
Deckungsgrad (%).....	75	90	80	65	90	80
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> ).....	100	100	100	100	100	100
Artenzahl.....	21	21	19	20	20	17

Varianten		I			II	
1. H	<i>Poa suruana</i> Hartm. ....	+	2	2	1	.
H	<i>Pedicularis pycnantha</i> Boiss. 1).....	+	+	+	+	.
H	<i>Koeleria macrantha</i> (Led.)Schult. ....	+	2	2 <sup>o</sup>	.	.
Ch	<i>Artemisia brevifolia</i> Wall. ....	3	3	4 <sup>o</sup>	3	+ <sup>o</sup>
2.H,Ch	<i>Aconogonum tortuosum</i> (D.Don)Hara.....	3	.	.	2	4
H (G)	<i>Cicer microphyllum</i> Benth. ....	+	2	1	+	2
H	<i>Piptatherum laterale</i> Royle.....	1	2	1	2	2
H (G)	<i>Nepeta discolor</i> Royle ex Benth. ....	2	3	2	1	2
H	<i>Lindelofia anchusoides</i> (Lindl.)Lehm. ....	+	1	1	1	1
Ch	<i>Polygonum paronychioides</i> C.A.Mey. ....	+	+	1	1	+
H	<i>Scorzonera virgata</i> DC. ....	+	1	1	1	.
NP	<i>Rosa</i> sp. ....	.	+ <sup>o</sup>	+ <sup>o</sup>	+ <sup>o</sup>	+
H	<i>Elymus longe-aristatus</i> (Boiss.)Tzvelev 2)....	2	.	.	2	2
H	<i>Epilobium angustifolium</i> L. ....	+	+	+ <sup>o</sup>	.	.
H	<i>Heracleum pinnatum</i> C.B.Clarke.....	r	+	+ <sup>o</sup>	.	+ <sup>o</sup>
Ch	<i>Kochia prostrata</i> (L.)Schrud. ....	.	+	+ <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	+
G,H	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.)Roth.....	.	1	1	.	2
G	<i>Rheum webbianum</i> Royle.....	+	+	.	.	+
T	<i>Polygonum polycnemoides</i> Jaub.et Spach 3).....	.	+	2	.	+
H	<i>Poa versicolor</i> Boiss.ssp.araratica (Traut.)Tz.	.	.	+	.	+
H	<i>Arnebia euchroma</i> (Royle)J.M.Johnst. ....	+	.	.	+	.
H(Ch)	<i>Sedum tibeticum</i> Hook.f.et Th. ....	.	+	+	.	.
H (G)	<i>Pseudomertensia echioides</i> (Benth.)Riedl.....	.	+	.	+	.
Ch(G)	<i>Ephedra gerardiana</i> Wall. ....	.	r	.	+	.
NP	<i>Lonicera asperifolia</i> (Dcne.)Hook.f.et Th. ....	.	.	(+)	.	+

1) cf.ssp.semenovii Prain  
 2) ssp.canaliculatus Tzvelev  
 3) z.T.rotboellioides Jaub.et Spach

Ausserdem je einmal notiert in Aufn.der Tab.-Nr.1: Ch *Draba cachemirica* Gandager +, H (Ch) *Astragalus rhizanthus* Royle +, H *Psychogeton andryaloides* (DC.)Nov.var.andryaloides Griens. +, Ch *Bistorta affinis* (D.Don)Greene +, H,G *Carex moorcroftii* Falc.ex Boott +; Tab.-Nr.2: H,T *Sisymbrium brassiciforme* C.A.Mey. r; Tab.-Nr.4: Ch (G) *Dianthus anatolicus* Boiss. +, Ch *Thymus serpyllum* L.ssp.quinquecostatus Kit.+ , Ch *Rosularia alpestris* (Kar.et Kir.)Boiss. +, G,H *Thesium hookeri* Hendrych r; Tab.-Nr.5: Ch *Artemisia salsoloides* Willd.var.paniculata Hook.f. +, T *Bromus oxyodon* Schrenk +, T *Arabis tibetica* Hook.f.et Th. +, H *Stipa turkestanica* Hackel +, T *Axyris hybrida* L. +; Tab.-Nr.6: NP *Cotoneaster uniflora* Bunge l, G *Astragalus frigidus* (L.)A.Gray +, H *Verbascum cf.thapsus* L. +.

I Variante mit dominierender *Artemisia brevifolia*  
 II Variante mit dominierendem *Aconogonum tortuosum*

über die entsprechenden Verhältnisse in Nordlage. An den noch steileren Abhängen fällt zunächst der relativ grössere Anteil grüner Rasenflächen auf. Wo der Schnee länger liegen bleibt, breiten sich die Teppiche von *Bistorta affinis* aus, unverwechselbar durch die bereits im Spätsommer erfolgende Rotverfärbung. Im Unterschied zu den südexponierten Talflanken sind die Abhänge in Nordlage aber fleckenweise von grösseren und kleineren Komplexen des Weidengebüsches bestockt, in dem *Salix karelinii* oft der einzige Strauch ist. Dieses *Salix*-Gebüsch kann in einem gewissen Bereich nördlich der Himalaya-Kette, in dem die Niederschlagsmengen noch genügen, am Übergang zur alpinen Stufe als Klimax betrachtet werden. So sind die Verhältnisse z.B. auch im Drastal und schliesslich in den viel weiter entfernten Bergen des zentralen Karakorum nördlich des Indus (HARTMANN, 1972). *Salix karelinii* wächst in vereinzelt kleinen Gruppen im Gebiet von Sanmodangsa auch in einigermaßen südexponierter Hanglage; solche Vorkommnisse sind jedoch selten und dann vermutlich auf im Boden wasserzügige Stellen begrenzt. Es ist deshalb sehr fraglich, ob sich im Laufe der Zeit — auch ohne Einwirkung von Mensch und Tieren — grosse Bestände des Weidengebüsches zu bilden vermöchten.

### 3.5. Gesellschaftsgruppe mit *Festuca kashmiriana* und *Poa suruana* (Tab. 5)

Vermutlich sind auch die in Tabelle 5 zusammengefassten Pflanzengesellschaften auf die niederschlagsreichsten Gebiete in Ladakh, die südlichen Landesteile unmittelbar hinter (d.h. nördlich) der Hauptkette des Himalaya beschränkt. Nur in den himalayanahen Gebieten Ladakhs scheint *Festuca kashmiriana* vorzukommen, und *Poa suruana* ist bisher erst im südlichsten Surutal sowie im östlichen Seitental, das westlich Kartse mündet, gefunden worden.

Im Vergleich zur Gesellschaft mit *Artemisia brevifolia* und *Cicer microphyllum* ist der Anteil an Mesophyten weiter erhöht. Auch der Grad der Vegetationsbedeckung — er variiert zwischen 70 und 90% — ist noch etwas grösser, sodass von einer steppenartigen Struktur in der Regel kaum mehr die Rede sein kann.

Die Gruppen 1 und 2a in Tabelle 5 dienen als Kenn- und Trennarten zur floristischen Abgrenzung gegenüber der *Artemisia brevifolia*-*Cicer microphyllum*-Gesellschaft. *Carex moorcroftii* und *Veronica biloba* wurden allerdings in den beiden Aufnahmen der Gesellschaft II mit *Bistorta affinis* und *Pedicularis pyramidata* nicht gefunden.

Die *Aufnahmeörtlichkeiten zu Tabelle 5* liegen alle im Hochtal von Sanmodangsa (Gulmatungo).

- |        |   |
|--------|---|
| Nr. 1. | Nördlich oberhalb Sanmodangsa (zwischen Parkutse und Rangdum), 4050 m; Gneise als Blockschutt über rostig anwitterndem anstehendem Gneis; Boden ähnlich Aufn. Nr. 2, jedoch flachgründiger und Feinerde humusärmer.   |
| Nr. 2. | Gleicher Hang wie Aufn. Nr. 1, 3980 m; Gesteinsuntergrund wie Nr. 1; Schuttboden mit 5-20 cm mächtiger, schluffig-sandiger, etwas skelettiger Feinerdeschicht; letztere in obersten 5 cm durch Humusbildung dunkelbraun; pH-Wert in 10 cm: 5.1 (KC1); 5.6 (H <sub>2</sub> O). |
| Nr. 3. | Nördlich Camp von Sanmodangsa, 4170 m; Untergrund aus Gneisen, vorwiegend als Blockschutt; Schuttboden mit bis ca. 30 cm mächtiger Feinerdeschicht, deren oberste cm schwärzlichbraun gefärbt sind.   |
| Nr. 4. | Ebene (Camp) von Sanmodangsa, 3880 m; Boden über Gneisschutt bis über 1 m mächtig, oberste 10-20 cm aus hellbrauner, schluffiger Feinerde mit wenig Skelett; pH-Wert in 10 cm: 5.3 (KC1), 6.0 (H <sub>2</sub> O).   |
| Nr. 5. | Ca. 300 m östlich Camp von Sanmodangsa, 3880 m; Boden aus bis über 1 m tiefen Sand- und Schluffablagerungen; Karbonatreaktion = 0.  |
| Nr. 6. | Ca. 70 m von Aufn.fläche Nr. 4 in gleicher Ebene; Sand-Schluffboden bis über 1 m tief ähnlich Nr. 4 und 5; pH-Wert in 10 cm: 4.8 (KC1), 5.3 (H <sub>2</sub> O).   |
| Nr. 7. | Sanmodangsa, ca. 150 m nördlich Aufn.fläche Nr. 6, nahe Hangfuss auf dem sehr flachen Schuttkegel, 3880 m;  |
| Nr. 8. | Gestein und Boden gleich.<br>Nördlich oberhalb Sanmodangsa, 4380 m; C-Horizont: hellgraue Gneise als Blockschutt; feinsandige bis schluffige, skelettreiche Feinerde nur sehr flachgründig zwischen Gesteinsbrocken; Beweidung unbedeutend.                                   |
| Nr. 9. | Nördliches Seitental W Sanmodangsa, 4340 m; Gestein und flachgründiger Feinerdeanteil wie Aufn.fläche Nr. 8   |

Eine Gliederung in zwei Gesellschaften (I und II) ist mit Hilfe zahlreicher Trennarten leicht möglich. Wahrscheinlich sind auch die hier als Varianten A und B abgetrennten Artenkombinationen in einem höheren Rang eigenständig entsprechend den doch deutlich verschiedenen Standorten.

#### 3.5.1. Gesellschaften mit *Calamagrostis epigejos* und *Carex moorcroftii* (I)

Den beiden Varianten A und B gemeinsam sind die Trennartengruppen mit *Carex moorcroftii* (2a) und *Calamagrostis epigejos* (2b). Weitere floristische Unterschiede gegenüber der Gesellschaft II ergeben sich durch das fast vollständige Fehlen der Artengruppe 5 mit *Bistorta affinis*.

Tabelle 5. — Gesellschaftsgruppe mit *Festuca kashmiriana* und *Poa suruana*.

Tabellen-Nr. ....	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufnahme-Nr. ....	92	91	94	97	100	98	99	96	89
Höhe ü.M.(in 10 m).....	405	398	417	388	388	388	388	438	434
Exposition .....	SE	SSE	SSE	0	S	0	S	S	WSW
Neigung (Grad) .....	30	25	25	0	<5	0	<5	20	20
Deckungsgrad (%) .....	75	90	90	85	90	85	90	70	75
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> ) .....	80	100	100	100	100	100	100	100	100
Artenzahl .....	25	24	17	19	18	13	9	22	16

Gesellschaften und Varianten	I				II			
	A		B					
<u>Differential- und Kennartengruppen</u>								
1)H <i>Festuca kashmiriana</i> Stapf .....	4	3	4	+	2	+	4	2
H(Ch) <i>Astragalus rhizanthus</i> Royle .....	1	1	.	2	1	1	+	1
H <i>Geranium himalayense</i> Klotzsch .....	+ <sup>o</sup>	+ <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	.	r	.	+	1
Ch(G) <i>Dianthus anatolicus</i> Boiss. ....	.	.	+	+	.	.	+	2
2)a)H,G <i>Carex moorcroftii</i> Falc.ex Boott .....	.	+	+	1	2	5	5	.
T <i>Veronica biloba</i> L. ....	2	1	2	2	2	.	.	.
b)G,H <i>Calamagrostis epigejos</i> (L.)Roth .....	2	3	+	+	+	1	2	.
T <i>Polygonum polycnemoides</i> J.et S. 1) .....	1	+	+	1	1	1	2	.
T <i>Arabis tibetica</i> Hook.f.et Th. ....	+	.	.	+	+	1	+	.
H <i>Poa versicolor</i> Boiss.ssp.araratica(Tv.)Tz. .	+	1	.	.	+	1	.	.
H <i>Lindelia anchusoides</i> (Lindl.)Lehm. ....	+	+	.	.	.	+	+	.
3)H,G <i>Alopecurus arundinaceus</i> Poir. ....	1	+	1	.	.	.	.	.
H <i>Elymus longearistatus</i> Tzvel. ....	1	2	.	.	.	.	.	.
H,T <i>Brachyactis pubescens</i> (DC.)Aitch. ....	+	+	.	.	.	.	.	.
4) H <i>Piptatherum laterale</i> (Regel)Roshev. ....	.	.	.	1	+	1	.	.
5) Ch <i>Bistorta affinis</i> (D.Don)Greene .....	.	.	.	.	.	.	.	+
H,Ch <i>Aconogonum tortuosum</i> (D.Don)Hara .....	.	.	.	.	.	.	.	+
H <i>Pedicularis pycnantha</i> Boiss. 3) .....	.	.	.	.	.	.	.	+
Ch <i>Draba cachemirica</i> Gandager .....	.	.	.	+	.	.	.	2
H <i>Pedicularis pyramidata</i> Royle .....	.	.	.	.	+	.	.	1
<u>Übrige Arten</u>								
H <i>Poa suruana</i> Hartm. ....	+	1	2	3	.	+	2	1
H <i>Koeleria macrantha</i> (Led.)Schult. ....	2	+	2	2	3	+	1	+
H(G) <i>Nepeta discolor</i> Royle ex Benth. ....	1	2	2	+	2	.	.	2
H <i>Epilobium angustifolium</i> L. ....	+ <sup>o</sup>	+ <sup>o</sup>	+ <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	+ <sup>o</sup>	.	+
H(G) <i>Cicer microphyllum</i> Benth. ....	1 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	.	.	.	.	1
Ch <i>Artemisia brevifolia</i> Wall.s.l.....	+	.	+	+ <sup>o</sup>	.	.	.	1
H <i>Scorzonera virgata</i> DC. ....	1	+	1	.	.	.	.	1
Ch <i>Polygonum paronychioides</i> C.A.Mey. ....	+	+	.	.	.	.	.	+
G <i>Rheum webbianum</i> Royle .....	+	.	+	.	.	.	.	(+)
H <i>Stipa turkestanica</i> Hackel cf.*.....	.	1*	.	1	.	+	.	.
H <i>Psychrogeton andryaloides</i> (DC.)Nov. 4).....	r	.	.	.	.	.	.	+
G(H) <i>Polygonum cognatum</i> Meissn. ....	+	.	.	.	.	.	.	+
H <i>Kobresia pamiroalaica</i> Ivan. ....	.	.	+	.	+	.	.	.
H <i>Leontopodium leontopodium</i> (DC.)Hand.-Maz. .	.	.	.	1	.	.	.	+
T <i>Axyris hybrida</i> L. ....	.	.	.	.	+	1	.	.

- 1) z.T. *rottboelliioides* Jaub.et Spach
- 2) *ssp.canaliculatus* Tzvel.
- 3) *cf.ssp.semenovii* Prain
- 4) *var.andryaloides* Grierson

Ausserdem je einmal notiert in Aufnahme:

- Nr. 1: Ch *Sedum ewersii* Ledeb. +
- NP *Rosa* sp. +
- " 2: G *Equisetum ramosissimum* Desf. +
- T *Bromus oxyodon* Schrenk +
- H *Rumex acetosa* L. +
- H *Taraxacum* sp. +
- " 4: Ch(G) *Ephedra gerardiana* Wall. 1
- " 5: H,G *Carex pseudofoetida* Kük. 1
- H,G *Poa pratensis* L. +
- " 8: H *Tanacetum tomentosum* DC. 2
- Ch *Thymus serpyllum* L.ssp.*quinquecostatus* Kit. 1
- H *Arnebia euchroma* (Royle)J.M.Johnst.var.*euchroma* Kazmi +

- I Gesellschaft mit *Calamagrostis epigejos* und *Carex moorcroftii*
- A Variante mit *Alopecurus arundinaceus*
- B Variante mit *Piptatherum laterale*
- II Gesellschaft mit *Bistorta affinis* und *Pedicularis pyramidata*

Diese floristische Gliederung ist ohne Zweifel Ausdruck unterschiedlicher ökologischer Bedingungen. So finden sich Bestände der Gesellschaft mit *Bistorta affinis* und *Pedicularis pyramidata* im Hochtal von Sanmodangsa erst oberhalb 4300 m ü.M., während solche der Gesellschaft I die untersten Lagen einnehmen und eine Höhe von 4200 m kaum übersteigen.

Leicht auseinanderhalten lassen sich auch die hier als Varianten A und B bezeichneten Gesellschaften. Floristisch ist zwar nur Variante A mit der Artengruppe von *Alopecurus arundinaceus* (3) deutlicher charakterisiert; denn für Variante B kann lediglich *Piptatherum*, allenfalls noch *Axyris hybrida* als Differentialart aufgeführt werden. Im Gegensatz zur Variante mit *Piptatherum* (B) gehört in Variante A *Festuca kashmiriana* stets zu den vorherrschenden Sippen. In Variante B können *Poa suruana*, *Koeleria macrantha* und noch eindeutiger *Carex moorcroftii* zur Dominanz gelangen. Die mittlere Artenzahl (14.8) ist auffällig niedriger als in Variante A (22).

Bestände der Variante A sind auf  $\pm$  südexponierte Hanglagen begrenzt. Gneise in Form von Blockschutt bilden den Gesteinsuntergrund. Der Schuttboden ist durch eine bis ca. 30 cm dicke Feinerdeschicht gekennzeichnet, deren oberste Zentimeter eine durch Humusbildung dunkelbraune Farbe aufweisen. Der Skelettanteil der schluffig-sandigen Feinerde variiert. Eine Messung des pH-Wertes ergab 5.1 (KC1) bzw. 5.6 (H<sub>2</sub>O). Gegenüber den eigentlichen Blockschuttböden decken Steine meist nur etwa 5-10%, seltener ca. 20% der Bodenoberfläche. Durch die dichten Horste von *Festuca kashmiriana* werden auch steilere Halden leicht begehbar. Die Vegetation ist zeitweise starker Beweidung ausgesetzt, insbesondere durch Ziegen- und Schafherden.

Die durch die Aufnahmen der Variante B zusammengefasste Vegetation bedeckt die Ebenen der Talsohle bis an den Hangfuß überall dort, wo nicht Blockschutt und Geröll abgelagert wurde. Stellenweise bilden sehr flache, deltaähnliche Schuttfächer die Bodenunterlage. Auch an solchen Stellen beträgt das Gefälle keine 5° gegen Süden; oft aber liegen die Rasen völlig horizontal. Mit einem Deckungsgrad von mindestens 85% erwecken die z.T. grossflächigen Bestände den Eindruck nahezu geschlossener Rasen. Sie wirken dort, wo *Carex moorcroftii* vorherrscht, besonders homogen und infolge der deutlich geringeren Artenzahl auch entsprechend eintöniger (Photo 12).

Die Pflanzendecke der Talsohle unmittelbar neben der Strasse ist stärkster Beweidung, hier besonders auch durch Pferde, ausgesetzt. Weil diese Rasenflächen ideale Lagerplätze auch für das Aufstellen von Zelten darstellen, werden sie von durchziehenden Karawanen immer wieder als solche benützt. *Carex moorcroftii* wird von Weidetieren weitgehend verschont; deshalb hat sich diese Segge vermutlich gerade an Stellen stärkster Weidewirkung selektiv ausgebreitet.

Die Bodenunterlage der Rasen von Variante B, in denen *Carex moorcroftii* meist auffälliger hervortritt als *Piptatherum*, besteht ebenso wie am Hang aus Blockschutt von Gneisen. Darüber aber liegen bis über 1 m mächtige Sand- und Schluffablagerungen, die den eigentlichen Boden bilden. Obwohl sichtbare Horizonte fehlen, ist im Profil eine gewisse Schichtung erkennbar, die den verschiedenen Phasen der Sedimentierung entspricht (Photo 13). Die obersten 10-20 cm der hellbraunen, schluffigen Feinerde sind besonders skelettarm oder oft ganz skelettfrei. An Proben von zwei Aufnahmestellen wurde der pH-Wert gemessen: 4.8 und 5.3 (KC1) bzw. 5.3 und 6.0 (H<sub>2</sub>O).

Auf vergleichsweise tiefgründigen, frischen bis feuchten Böden an Abhängen der unteren alpinen Stufe kommt es zur Bildung dichter Wiesenbestände, in denen *Carex melanantha*<sup>1</sup> stark dominiert. Zwischen solchen Seggen-Wiesen, in denen auch stets *Kobresia pamiroalaica* beigemischt ist, und den Trockenrasen mit *Alopecurus arundinaceus* (Variante A) gibt es Übergänge bzw. Zwischenformen, die durch ihren Artenreichtum auffallen. Die Zusammensetzung einer solchen Mischvegetation vermittelt nachstehende Bestandsaufnahme:

Nr. 87. Nördliches Seitental westlich von Sanmodangsa (Gulmatungo), 4190 m ü.M.; Exposition 25°W; flachgründiger, feinsandiger Schuttboden von hellbrauner Farbe über Blockschutt aus Gneisen; pH-Wert in 10 cm Tiefe: 5.0 (KC1), 5.6 (H<sub>2</sub>O); Vegetationsbedeckung 85%, Aufn.fläche 100 m<sup>2</sup>.

3	<i>Festuca kashmiriana</i> Stapf	+	<i>Rheum webbianum</i> Royle
2°	<i>Cicer microphyllum</i> Benth.	+	<i>Polygonum paronychioides</i> C. A. M.
2	<i>Nepeta discolor</i> Royle ex Benth.	+	<i>Arabis tibetica</i> Hook. fil. & Th.
2	<i>Koeleria macrantha</i> (Led.) Schlt.	+	<i>Pedicularis pyramidata</i> Royle

<sup>1</sup>Die oben erwähnte *Carex moorcroftii* wurde von Kükenthal früher als Var. von *Carex melanantha* betrachtet!

1	<i>Carex melanantha</i> C. A. Mey.	+	<i>Alopecurus arundinaceus</i> Poir.
1	<i>Poa versicolor</i> Boiss. subsp. <i>araratica</i> (Trautv.) Tzvel.	+°	<i>Leontopodium leontopodium</i> (DC.) Hand.-Mz.
x+	<i>Pseudomertensia echioides</i> (Benth.) Rdl.	1°	<i>Geranium himalayense</i> Klotzsch
1	<i>Poa suruana</i> Hartm.	x+	<i>Pedicularis bicornuta</i> Klotzsch
x1	<i>Rosularia alpestris</i> (Kar. & Kir.) Boriss.	x+	<i>Aster flaccidus</i> Bunge subsp. <i>flaccidus</i> Griens.
+	<i>Tanacetum tomentosum</i> DC.	x+	<i>Bupleurum longicaule</i> Wall. ex DC. var. <i>himalayense</i> (Kl.) C. B. Cl.
+°	<i>Aconogonum tortuosum</i> (Don) Hara	x+	<i>Astragalus frigidus</i> (L.) A. Gray
+	<i>Artemisia brevifolia</i> Wall.	x+	<i>Saussurea falconeri</i> Hook. fil.
+°	<i>Epilobium angustifolium</i> L.	x+	<i>Silene tenuis</i> Willd.

Von den 26 Arten finden sich deren 18 auch in der Gesellschaftsgruppe mit *Festuca kashmiriana* und *Poa suruana* (Tab. 5). Die mit × bezeichneten Sippen gehören — mit Ausnahme von *Rosularia alpestris* — vor allem zu Rasengesellschaften der alpinen Stufe.

### 3.5.2. Gesellschaft mit *Bistorta affinis* und *Pedicularis pyramidata*

Wie erwähnt sind die Schwingelrasen mit *Bistorta affinis* und *Pedicularis pyramidata* im Hochtal von Gulmatungo oberhalb 4300 m ü. M. in SW- über S- bis SE-Exposition oft sehr großflächig anzutreffen. Sie dürften dort die Klimax-Vegetation darstellen. Die steppenartigen Rasen, in denen auch *Artemisia brevifolia* gut gedeiht, fallen aus der Ferne ganz besonders durch die gleichmäßig verteilten Horste von *Festuca kashmiriana* auf (Photo 10, 11). Seltener, und dann nicht in Südlage, wird der Schwingel in der Artmächtigkeit von *Bistorta affinis* übertroffen (Photo 14).

Mit Ausnahme von *Pedicularis pycnantha* setzt sich die kennzeichnende Artengruppe gar nicht aus typischen Steppenelementen zusammen. Überdies fehlen einige Vertreter der Steppen, die in tieferen Lagen, in Variante A und B vorkommen. Nebst den vor allem zu den Begleitarten gehörenden Xerophyten ist es besonders der geringere Deckungsgrad des lückigen Rasens, der den Steppencharakter bewirkt. Nach den eigenen Befunden scheint der Einfluss durch Beweidung unbedeutend zu sein.

Der Boden ist überall steinig; auch an der Oberfläche bedecken grobe und mittlere Steine mindestens die Hälfte der Fläche, meist mehr. Feinsandige bis schluffige, aber skelettreiche Feinerde liegt nur sehr flachgründig zwischen Gesteinsbrocken über Blockschutt aus Gneisen.

### 3.6. Gesellschaftsgruppe alpiner Steppen mit *Potentilla bifurca* und *Elymus longe-aristatus* subsp. *canaliculatus* (Tab. 6)

Die in Tabelle 6 zusammengefasste Steppenvegetation aus der alpinen Stufe ist in dieser Form erst in östlichen Gebieten Ladakhs angetroffen worden. Es sind Pflanzengesellschaften, die fraglos dem Vegetationstypus angehören, der von früheren Autoren (s. b. SCHWEINFURTH, 1957) als "alpine Steppe" bezeichnet worden ist. Die Berge, aus denen die Vegetationsaufnahmen stammen, liegen zwischen Markha und Indus River und leiten im Osten über zur Provinz Rupshu, die geographisch wie auch pflanzengeographisch bereits zu West-Tibet gehört. In diesen Landesteilen südlich des Indus fallen die geringsten Niederschläge. Bezeichnend ist dabei die Tatsache, dass nicht nur während der Vegetationszeit wenig Regen fällt; im Winterhalbjahr ist die Niederschlagsarmut eher noch ausgeprägter, sodass auch die Pflanzendecke der Hochlagen nur durch eine dürftige und stellenweise unterbrochene Schneedecke vor den tiefen Temperaturen geschützt bleibt (s. Klimadiagramm von Leh, z. B. HARTMANN, 1983). Ohne Zweifel ist die Vegetation in diesen östlichen Tal-schaften während längerer Zeit im Jahr extremen Temperaturbedingungen, heftigen Winden, trockener Luft und trockenem Boden sowie intensiver Sonnenstrahlung ausgesetzt, als dies in vergleichbarer Höhenlage im übrigen Ladakh der Fall ist.

Welche Faktoren für die recht auffälligen Unterschiede zwischen Gesellschaft I und II verantwortlich sind, wissen wir zur Zeit nicht, auch wenn die Aufnahmeorte dieser beiden Gesellschaften geographisch nicht zusammenfallen. Nebst der augenfälligen Differenz in der Artengarnitur ist die Verschiedenheit in der Artenzahl nicht weniger auffallend, denn die *Artemisia gmelinii*-Steppe hat

Tabelle 6. — Gesellschaftsgruppe alpiner Steppen mit *Potentilla bifurca* und *Elymus longearistatus* [*Elymo-Potentillion bifurcae* prov.].

	I															I A			II		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
Tabellen-Nr. ....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
Aufnahme-Nr. ....	46	39	45	53	47	38	41	49	44	48	134	142	143	139	140						
Höhe ü.M. (in 10 m).....	447	438	445	431	454	439	456	470	447	455	457	456	450	459	454						
Exposition .....	NE	NNE	ESE	ENE	E	S	SE	E	N	NW	E	NE	N	S	S						
Neigung (Grad) .....	15	15	15	20	20	15	20	15	25	15	25	25	30	25	10						
Deckungsgrad (%) der Blütenpflanzen .....	45	60	50	50	45	50	45	50	75	60	50	40	40	50	40						
Deckungsgrad (%) der Moose .....	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> ) .....	14	23	17	20	17	15	15	14	13	7	11	10	7	7	11						
Artenzahl: Blütenpflanzen .....									4	3											
Artenzahl: Moose .....									4	3											
Gesellschaften																					
Kennzeichnende Arten und Artengruppen																					
1. Ch <b>Acantholimon lycopodioides</b> (Gir.) Boiss. ....	3	2	3	2	3	3	3	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+			r°	
T <i>Artemisia stricta</i> Edgew. ....	2	2	2	+	1	1	1	2	2	3										r	
H <i>Eritrichium canum</i> Kitam. ....	+	+	+	1	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			(+)	
H(G) <i>Oxytropis humifusa</i> Kar. et Kir. ....	2	+	+	r	2	+	+	2	2	3										+	
Ch(G) <i>Ephedra Gerardiana</i> Wall. ....	+	2	+	+	r	+	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			(+)	
T <i>Arabis tibetica</i> Hook. f. et Th. ....	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
Ch <i>Astragalus oplites</i> Benth. ....	1	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			(+)	
H <i>Piptatherum laterale</i> Rosh. / gracile Mez. ....	1	+	1	1	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	
2.H <b>Koeleria macrantha</b> (Led.) Schult. ....									4	1											
3.Ch <b>Artemisia gmelini</b> Weber ex Steckm. ....																				3	
4.H(G) <b>Potentilla bifurca</b> L. ....	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1						3
H <i>Elymus longearistatus</i> (Boiss.) Tzvelev 1)	1	+	1	1	1	+	1	1	+	1	1	2	1	1	+						+
Ch, H, G <i>Euphorbia tibetica</i> Boiss. ....	1	1	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						+
Ch <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Guedl. ....	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	2	+	+	+	1						1



im Mittel nicht viel mehr als halb soviele Arten wie die Gesellschaft mit *Acantholimon lycopodioides*. Die beiden durch *Koeleria macrantha* ausgezeichneten Bestände stellen eventuell nur eine Variante von I dar.

#### Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 6

- Nr. 1. Westlicher Abschnitt von Matho Phu ("Alp" von Matho), 4470 m ü.M.; Untergrund aus vorwiegend rötlichen, aber auch grünen Schiefen und Sandsteinen sowie wenig Konglomerat als Schutt; Feinerde des Schuttbodens deutlich lehmig; vereinzelte Skelettsplitter mit sehr schwacher Karbonatreaktion.
- Nr. 2. Matho Phu, 4380 m; C-Horizont: Blockschutt aus überwiegend Sandstein, etwas Schiefer und Konglomerat; hell-schokoladebrauner Schuttboden ohne erkennbare Horizonte; Feinerde sandig; vereinzelte Skelettrümpfer mit sehr schwacher Karbonatreaktion.
- Nr. 3. Nördlicher Teil von Matho Phu, 4450 m; Untergrund und Boden wie in Aufn.fl. Nr. 1 und 2; rötliche, deutlich lehmige Feinerde ohne Karbonatreaktion; pH-Wert in 10 cm Tiefe: 6.8 (KCl), 7.4 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 4. Östlicher Teil von Matho Phu, 4310 m; Untergrund und Boden wie in Aufn.flächen Nr. 1-3; Feinerde jedoch kaum lehmig, aber schluffig-sandig, ohne deutliche Karbonatreaktion im Gegensatz zu vereinzelten Gesteinstrümmern.
- Nr. 5. Südwestlich Matho Phu, 4540 m; Gesteinsunterlage wie Nr. 1-4; Boden aus braunrotem Schutt, lehmreich, mit viel Skelett; Karbonatreaktion: 0! pH-Wert in 10 cm: 6.4 (KCl), 6.9 (H<sub>2</sub>O); Vegetation sehr stark durch Vieh zertraten.
- Nr. 6. Matho Phu, ca. 200 m S Aufn. Nr. 2, 4390 m; Gestein und Boden wie in Nr. 2; sehr schwache Karbonatreaktion einzelner Skelettrümpfer.
- Nr. 7. Matho Phu, 4560 m; Bodenverhältnisse wie in Aufn. Nr. 2; Feinerde ziemlich stark lehmig, mit sehr schwacher Karbonatreaktion.
- Nr. 8. Östlicher Teil von Matho Phu, 4700 m; Untergrund wie in vorigen Aufn.flächen; Schuttboden wie in Nr. 5; oberer Grenzbereich der *Acantholimon*-Steppe in diesem Gebiet.
- Nr. 9. Südwestlicher Teil von Matho Phu, 4470 m; Untergrund: Blockschutt aus Konglomerat, Sandstein und wenig Schiefer; rötlich-brauner, feiner bis mittelgrober Schuttboden, sehr feinerdereich, etwas lehmig; Karbonatreaktion: 0! pH-Wert in 10 cm: 6.3 (KCl), 6.9 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 10. Südlich oberhalb Matho Phu, 4550 m; Untergrund wie Nr. 9, Boden sehr ähnlich, aber mit grösserem Anteil lehmiger Feinerde; intensiv beweidete sehr kurze Rasen.
- Nr. 11. Nördlich unter Kanda La, 4570 m; Untergrund: Schutt aus grünlichgrauen Schiefen; Feinerde-Anteil (schluffig-sandig) des sehr kompakten braungrauen Schuttbodens überwiegt in obersten 30 cm; Karbonatreaktion = 0; pH-Wert in 10 cm: 7.1 (KCl), 7.6 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 12. Östlich unterhalb Kanda La, 4560 m; Untergrund und Boden wie in Nr. 11; jedoch sehr schwache Karbonatreaktion der Feinerde; pH-Wert in 15 cm: 7.5 (KCl), 7.9 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 13. Ostseite unter Kanda La, 4500 m; Gestein und Boden wie in Nr. 11; Feinerde teilweise mit sehr schwacher Karbonatreaktion; pH-Wert in 15 cm: 7.5 (KCl), 7.8 (H<sub>2</sub>O).
- Nr. 14. Nördlich unter Kanda La, 4590 m; Untergrund: Schutt aus Sandstein und hellbraunen Schiefen; sehr kompakter, feinerdereich Schuttboden; Feinerde mit ziemlich starker Karbonatreaktion, Skelett zumeist ohne Reaktion.
- Nr. 15. Nordseite des Kanda La, 4540 m; Gestein und Bodenverhältnisse wie in Aufn.fläche Nr. 14.

#### 3.6.1. Gesellschaft mit *Acantholimon lycopodioides* (A in Tab. 6)

Untersuchungsgebiet, in dem die 8 Bestandeslisten zusammengetragen wurden, sind die Gefilde von Matho Phu.<sup>1</sup> Die weitflächige Steppe in den Hochlagen eines südwestlichen Seitentales, das sich bei Matho ins Industal öffnet, stellt einen wichtigen Sommerweideplatz dar für die Yak- bzw. Dzo-Herden sowie auch für Schafe und Ziegen der Einwohner von Matho.

Durch die grau- bis blaugrüne Farbe und die halbkugeligen Polster von *Acantholimon lycopodioides* ist diese Form alpiner Steppe aus weiter Entfernung als solche erkennbar (Photo 16, 17). Nur selten erreicht eine andere Art die Häufigkeit bzw. den Deckungsgrad des Igelförmigen Tragants. Dies kann z.B. für *Artemisia brevifolia* zutreffen, welche im unteren Grenzbereich der *Acantholimon*-Steppe noch anzutreffen ist. Nebst *Acantholimon* gehören zu den steten charakteristischen Arten der Gesellschaft: *Artemisia stricta*, *Eritrichium canum*, *Oxytropis humifusa*, *Ephedra gerardiana* und *Arabis tibetica*. *Oxytropis microphylla* ist zwar nur in der Hälfte der Aufnahmen vertreten, dort aber mit deutlich grösserer Häufigkeit als in den beiden Listen der Gesellschaft mit *Artemisia gmelinii*. Mit im Durchschnitt 17 (16.9) Arten pro 100 m<sup>2</sup> ist diese alpine Steppe artenreicher als beispielsweise die *Artemisia*-Steppe im Gebiet zwischen Mulbekh und Fotu La.

Die beteiligten Pflanzen decken kaum mehr als die Hälfte der Bodenoberfläche, aber auch nicht viel weniger. Von NNE- über E- bis S-Exposition scheint jede Lage bis zu einem Gefälle von etwa 25° als Standort in Frage zu kommen. Aus anders exponierten Lagen liegen keine Untersuchungsergebnisse vor. Erst oberhalb etwa 4700-4800 m wird die *Acantholimon*-Steppe von lückigen

<sup>1</sup>Phu bedeutet in der Sprache der Ladakhi soviel wie Alpweiden!

Schuttfluren abgelöst. Zu dürtiger Rasenbildung kommt es in der hochalpinen Stufe nur ganz lokal an wasserzürigen Stellen.

Im Lebensformspektrum entfällt die Hälfte der Arten auf die Hemikryptophyten; unter Berücksichtigung des Deckungsgrades stehen aber die Chamaephyten mit 52.2% an der Spitze. Bemerkenswert für diese Vegetationsstufe ist mit ungefähr 10% der relativ hohe Anteil der Therophyten.

Nach den eigenen Beobachtungen bilden im Einzugsgebiet von Matho Phu ältere Moränenablagerungen den Untergrund der *Acantholimon*-Steppe. Der Moränenschutt ist vor allem aus roten, teils auch grünlichen Schiefen, aber auch aus Sandsteinen und Konglomeraten zusammengesetzt. Seltener ist grobblockiger Schutt bis an die Oberfläche enthalten. In der Hauptwurzelschicht überwiegen meist feinere und mittelgrobe Schuttrümmer. Die z.T. skelettreiche Feinerde ist oft deutlich lehmig, seltener schluffig-sandig oder nur sandig. Die pH-Messungen an zwei Aufnahmeorten ergaben Werte von 6.4 und 6.8 (KCl) bzw. 6.9 und 7.4 (H<sub>2</sub>O). An den gleichen Stellen war kein Karbonat nachzuweisen. An fünf andern Aufnahmestellen ergab der gleiche Test mit verdünnter Salzsäure eine sehr schwache Karbonatreaktion.

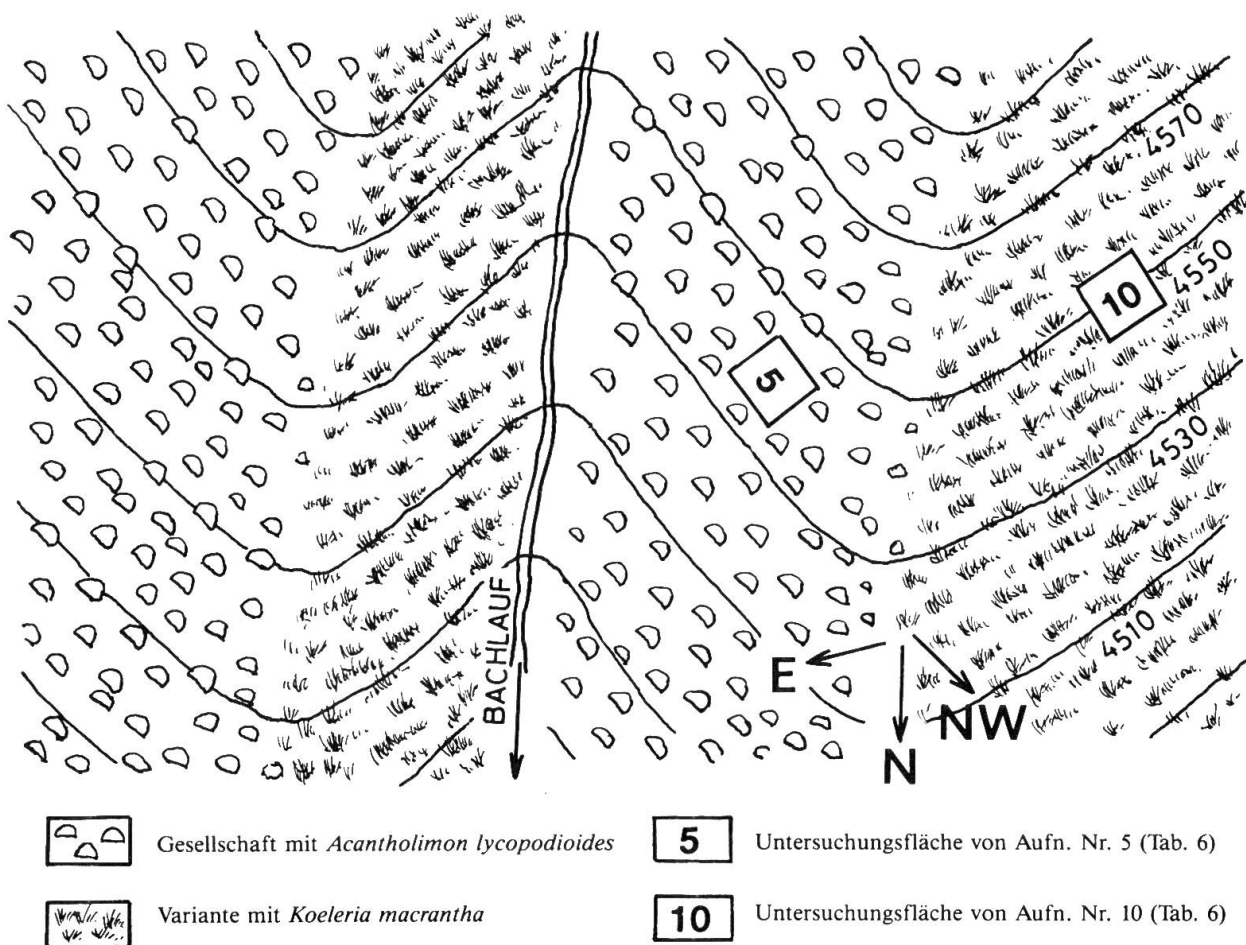


Abbildung 5. — Alpine Steppen-Gesellschaften im Gebiet von Matho Phu (Ost-Ladakh) in Abhängigkeit von der Exposition.

Wo anstehender Fels oder ausgesprochen grober Blockschutt die Bodenunterlage darstellt, macht sich das niedere, stachlige Gestrüpp mit *Caragana versicolor* breit.

Überblickt man das bewachsene Moränengelände mit den alten Seitenmoränen und den vielen kleineren und grösseren Kuppen, Wülsten und dazwischenliegenden Mulden aus grösserer Distanz, so bestärkt sich der Eindruck, dass die Polster von *Acantholimon* in den muldenartigen Vertiefungen sowie in west- bis nordexponierten Hanglagen im allgemeinen fehlen (Abb. 5). Solche Standorte sind durch einen lückigen Rasen ausgezeichnet, in dem der Deckungsgrad zwar etwa 3/4 betragen

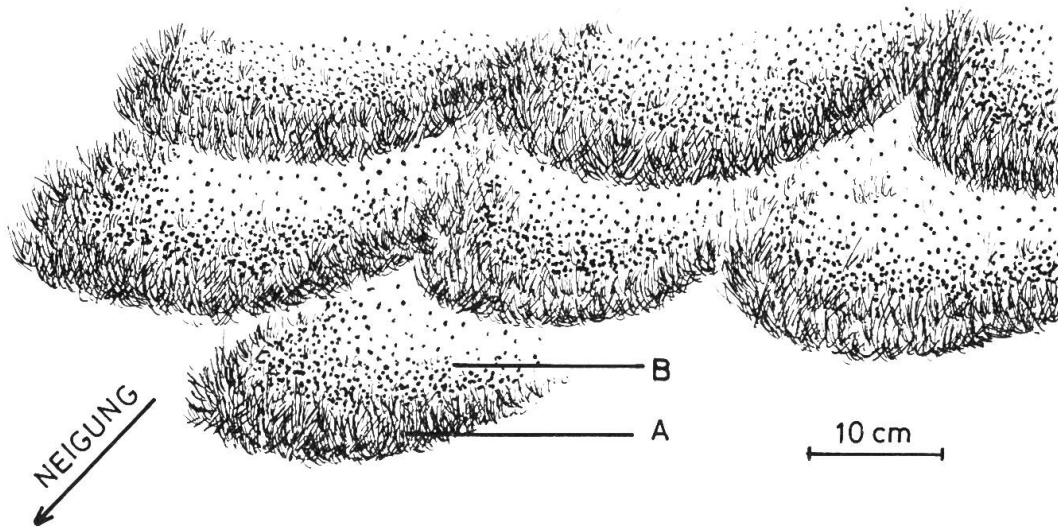


Abbildung 6. — Schema der Girlandenbildung in der alpinen Steppen-Variante mit *Koeleria macrantha* (Matho Phu). A, Stellen mit vorherrschend *Koeleria macrantha*, *Oxytropis humifusa* und den Moosen; B, Stellen mit  $\pm$  starker Stauung von Feinschutt.

kann, dessen Artenzahl gegenüber der Igelpolster-Steppe aber reduziert ist. Die Aufnahmen Nr. 9 und 10 der provisorisch als Variante von I bezeichneten Rasen vermitteln ein Bild von der Artenzusammensetzung.

Als einzige Kennart kann in solchen Rasen *Koeleria macrantha* sehr stark dominieren. Auffällig ist ferner die Anwesenheit von Moosen, die in den untersuchten *Acantholimon*-Beständen nicht festgestellt wurden, teilweise jedoch im *Caragana*-Gebüsch. Sie können als Zeiger grösserer Feuchtigkeit betrachtet werden. Vermutlich kommt es im Winter auch in diesen schneearmen Gebieten zu starken Schneeverwehungen derart, dass Mulden und vorwiegend west- bis nordexponierte Hänge länger von Schnee bedeckt bleiben und die dort wachsenden Pflanzen später noch längere Zeit vom Schmelzwasser profitieren als dies für die *Acantholimon*-Steppe zutrifft. Letztere bleibt möglicherweise sogar den Winter über mehr oder weniger schneefrei?

Anzeichen einer besseren Wasserzufuhr besonders zur Zeit und nach der Schneeschnmelze sind vielleicht auch die stellenweise girlandenartigen flachen Horstbildungen vor allem durch *Koeleria macrantha* und *Oxytropis humifusa* in Hanglage. Solche Rasengirlanden (Abb. 6) mit dahinter gestautem Feinschutt sind wohl nur als ein Produkt zeitweiliger Solifluktion zu erklären. Solifluktionvorgänge erfordern nebst einem Wechsel von Frost und Wiederauftauen insbesondere eine genügende Durchnässung des Bodens.

Unterschiede in den Bodenverhältnissen kommen für die geschilderte Abweichung in der Vegetationsbildung kaum in Frage. Ausser einem hohen Feinerdeanteil am Standort des *Koeleria*-Rasens sind im Boden ohne weiterführende Untersuchungen keine Besonderheiten aufgefallen. Auch die pH-Messung ergab vergleichbare Werte: 6.3 (KC1) und 6.9 (H<sub>2</sub>O). Hinsichtlich Beeinflussung durch Tiere stehen die *Koeleria*-Rasen wahrscheinlich unter noch stärkerem Weidedruck.

### 3.6.2. Gesellschaft mit *Artemisia gmelinii* (C in Tab. 6)

Die Aufnahmeorte aus der Steppe mit dominierender *Artemisia gmelinii* stammen aus dem obersten Talabschnitt nördlich des Kanda La, jenes nahezu 5000 m hohen Passüberganges, der das Markha-Tal mit dem Tal von Rumbak verbindet. Das Gebiet liegt an die 30 km westlich von Matho Phu und damit weiter im Innern der nördlichsten Zanskar Mountains. In bezug auf die Klimafaktoren dürften kaum grössere Differenzen bestehen. Auch die Höhenlage in der alpinen Stufe ist dieselbe. Anscheinend haben Expositionsunterschiede keinen grösseren Einfluss auf die Artenzusammensetzung. Für eine sichere Antwort auf diese Frage ist die Zahl der Aufnahmen zu gering.

Ähnlich, aber nicht gleich wie auf Matho Phu ist die Beschaffenheit der Schuttböden. Ob jedoch Bodenfaktoren allein für den floristischen Unterschied zwischen den beiden Gesellschaften (Tab. 6) verantwortlich sind, scheint eher fraglich. An den Untersuchungsflächen nördlich des

Kanda La bilden graue, oft etwas grünlich getönte Schiefer sowie hellbraune Schiefer und Sandsteine als Schutt den Untergrund. Im oberen Bodenhorizont ( $\pm 30$  cm) überwiegt der meist schluffig-sandige Feinerdeanteil. Dieser feinerdereiche Schutt ist bis an die Oberfläche stark gefestigt, wodurch das Gehen auch an steileren Halden sehr erleichtert wird. Die an allen Aufnahmeorten durchgeführte Karbonatprobe mit verdünnter Salzsäure ergab — mit einer Ausnahme — eine sehr schwache bis ziemlich starke Reaktion der Feinerde; das Bodenskelett blieb zumeist ohne Reaktion. Die gemessenen pH-Werte in 10-15 cm Tiefe variieren zwischen 7.1 und 7.5 (KCl) bzw. 7.6-7.9 ( $H_2O$ ).

Gegenüber der *Acantholimon*-Steppe kann die Gesellschaft mit dominierender *Artemisia gmelinii* durch keine Kenn- oder Differentialarten abgegrenzt werden. Indessen treten die 8 Trennarten der *Acantholimon*-Gesellschaft (Gruppe 1 in Tab. 6) in den Aufnahmen der Gesellschaft mit *Artemisia gmelinii* nur ganz vereinzelt und dann mit sehr geringer Häufigkeit auf, oder sie fehlen ganz. Ausserdem ist eine Anzahl der Begleitarten in den Aufnahmeflächen der Gesellschaft II nicht festgestellt worden. Auffällig ist denn auch die gegenüber I stark verminderte Artenzahl. Im Mittel trifft es auf die Fläche von 100 m<sup>2</sup> keine 10 Arten mehr (9.2). Beachtenswert für die Charakterisierung ist schliesslich der Umstand, dass *Artemisia gmelinii* in dieser Form der alpinen Steppe stets dominiert, wodurch die Steppengesellschaft aus grosser Entfernung leicht erkennbar ist (Photo 18). Mit einer Vegetationsbedeckung von 40-50% ist die Gesellschaft der *Acantholimon*-Steppe vergleichbar.

Die durchgehende Dominanz von *Artemisia gmelinii* in der artenarmen Steppe stempelt diese im Vergleich der Lebensformspektren zur chamaephytenreichsten Gesellschaft der hier beschriebenen Vegetationstypen.

Im Tal nördlich des Kanda La stellt die *Artemisia gmelinii*-Steppe auf gefestigten Schuttböden der alpinen Stufe die vorherrschende Vegetation dar, stellenweise durch kleinere oder grössere Gebüschgruppen von *Caragana versicolor* unterbrochen (Photo 18). Auf anstehendem Fels und auf Felsblockschutt schliessen die Zwergsträucher von *Caragana* gelegentlich zu einem undurchdringlichen Gestrüpp zusammen. Nirgends fehlt der Weideeinfluss durch Haustiere, insbesondere von Dzo-Herden, seltener Yak.

### 3.7. Zwergstrauch-Gesellschaft mit *Caragana versicolor* (Tab. 7)

Die Aufnahmeörtlichkeiten zu Tabelle 7 verteilen sich auf das Gebiet von Matho Phu und auf den obersten Talabschnitt nördlich des Kanda La.

- |        |  |
|--------|--|
| Nr. 1. | Matho Phu, 4550 m ü.M.; Boden bis an Oberfläche aus Blockschutt (vorwiegend grüner Sandstein und rötliche Schiefer); intensiv durchweidet.   |
| Nr. 2. | Südlicher Abschnitt von Matho Phu, 4410 m; Boden aus auffällig grobem Blockschutt aus Sandstein und wenig Konglomerat mit relativ wenig Feinerde; letztere mit geringem Anteil feinerer Fraktionen; Karbonatreaktion = 0; pH-Wert in 10 cm: 7.0 (KCl), 7.9 ( $H_2O$ ).       |
| Nr. 3. | Ca. 300 m W Aufnahmefläche Nr. 2, 4450 m; Boden wie in Nr. 2, aber im Blockschutt auch rötliche Schiefer; die spärliche Feinerde zwischen Steinen und Feinskelett teilweise lehmig; Karbonatreaktion = 0.  |
| Nr. 4. | Nordseite des Kanda La, 4550 m; Untergrund: Blockschutt aus grünlichem Sandstein und Schiefer; der kompakte Schuttboden enthält nebst viel feingrusiger, z.T. lehmhaltiger Feinerde viel gröberen Schutt; Karbonatreaktion = 0; pH-Wert in 15 cm: 7.1 (KCl), 7.3 ( $H_2O$ ). |
| Nr. 5. | Südöstlich unter Kanda La, 4850 m; kompakter Schuttboden (graue Schiefer) mit relativ viel Feinerde; letztere mit schwacher Karbonatreaktion; Skelettrümmer reagieren mit verd. Salzsäure z.T. stärker.  |
| Nr. 6. | Nordseite des Kanda La, 4760 m; hellbrauner Schuttboden (Schiefer) mit hohem Feinerdeanteil (Schluff und Grus) stark gefestigt; Karbonatreaktion z.T. sehr schwach, vereinzelte Gesteinstrümmer reagieren stärker.   |
| Nr. 7. | Tal nordöstlich des Kanda La, 4540 m; Blockschutt aus vorwiegend Schiefer und Sandstein bis an Oberfläche; im Wurzelbereich mit mehr Feinerde; letztere mit sehr schwacher Karbonatreaktion.   |

Aufgrund der spärlichen Berichte sowie der eigenen Untersuchungen scheint *Caragana* erst in östlichen Landesteilen bestandbildend aufzutreten. Die meisten Angaben beziehen sich auf Rupshu. Bei SCHWEINFURTH (1957) z.B. wird *Caragana* unter den Leitpflanzen der alpinen Steppe in dieser Ost-Provinz aufgeführt. Nach ZHANG JINGWEI & al. (1982) ist *Caragana versicolor* einer der wichtigen Hauptsträucher in semiariden Gebieten des Tsinghai-Plateaus von Tibet, wo die Species an Berghängen verbreitet sein soll.

Die dunkelgrünen niederen Gebüsch, in denen *Caragana* meist mindestens 3/4 der Bestandesfläche deckt, heben sich deutlich von der umgebenden Steppe ab. Es ist eine artenarme und in bezug auf die Begleitarten nicht sehr homogene Gesellschaft. Mit im Durchschnitt etwa 10 Arten (9.9)

Tabelle 7. — Zwergstrauch-Gebüsch mit *Caragana versicolor*.

Tabellen-Nr. ....	1	2	3	4	5	6	7
Aufnahme-Nr. ....	40	42	43	133	137	138	141
Höhe ü.M. (in 10 m).....	455	441	445	455	485	476	454
Exposition .....	NE	E	E	SSE	SE	ESE	E
Neigung (Grad) .....	10	10	15	15	20	30	10
Deckungsgrad (%) der Blütenpflanzen .....	80	85	90	85	70	90	90
" " " Moose .....	40	25	25	0	0	0	0
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> ) .....	100	100	100	100	150	150	150
Artenzahl: Blütenpflanzen .....	11	15	9	14	6	5	9
NP <i>Caragana versicolor</i> Benth. ....	4	4	5	5	5	5	5
H, G <i>Poa jaunsarensis</i> Bor <sup>1)</sup> .....	1	+	+	1	1	.	.
H (G) <i>Potentilla bifurca</i> L. ....	2	2	+	+	.	.	+
H <i>Kobresia royleana</i> (Nees) Boeck. ....	1	1	1	+	.	.	.
H <i>Potentilla multifida</i> L. ....	1	1	+	1	.	.	.
H <i>Elymus longe-aristatus</i> (Boiss.)Tzvelev <sup>2)</sup> ....	2	2	1	.	+	.	.
Ch <i>Artemisia gmelinii</i> Weber ex Steckm. ....	.	+	.	+	.	1	1
H <i>Elymus nutans</i> Griseb. ....	.	.	.	2	1	2	1
H (Ch) <i>Sedum tibeticum</i> Hook.f.et Th. ....	+	+	.	+	.	.	.
H <i>Poa versicolor</i> Boiss.ssp.araratica(Traut.)Tz. ....	.	.	.	.	2	+	+
T <i>Arabis tibetica</i> Hook.f.et Th. ....	+	.	+	.	.	.	.
H (G) <i>Stellaria graminea</i> L.s.l. ....	+	.	.	+	.	.	.
H <i>Eritrichium canum</i> Kitam. ....	.	+	.	.	.	.	1
H (Ch) <i>Urtica hyperborea</i> Jacq. ....	.	.	.	+	.	+	.
H <i>Lindelofia stylosa</i> (Kar.et Kir.)Brand.....	.	.	.	r	.	.	r
H <i>Poa koelzii</i> Bor .....	1	.	.	.	.	.	.
H <i>Festuca alaica</i> Drob. ....	+	.	.	.	.	.	.
NP <i>Lonicera spinosa</i> (Dcne.)Walp. ....	.	1	.	.	.	.	.
Ch(G) <i>Silene moorcroftiana</i> Wall. ....	.	1	.	.	.	.	.
H <i>Piptatherum laterale</i> Rosh./gracile Mez ....	.	1	.	.	.	.	.
G,H <i>Thesium hookeri</i> Hendrych .....	.	+	.	.	.	.	.
T <i>Artemisia stricta</i> Edgew. ....	.	+	.	.	.	.	.
T <i>Chenopodium album</i> L. ....	.	+	.	.	.	.	.
H <i>Koeleria macrantha</i> (Led.)Schult. ....	.	.	1	.	.	.	.
H <i>Geranium collinum</i> Steph. ....	.	.	1	.	.	.	.
T <i>Elsholtzia eriostachya</i> Benth.var.pusilla Hk.f. ....	.	.	.	(1)	.	.	.
H,Ch <i>Aconogonum tortuosum</i> (D.Don)Hara .....	.	.	.	+	.	.	.
H,G <i>Carex pseudofloetida</i> Kük. ....	.	.	.	+	.	.	.
Ch(H) <i>Tanacetum tibeticum</i> Hook.f.et Th. ....	.	.	.	.	1	.	.
Ch <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.)Gueld. ....	.	.	.	.	.	.	+
H(Ch,G) <i>Silene vulgaris</i> (Moench)Garcke s.l. ....	.	.	.	.	.	.	+
Moose							
<i>Barbula vinealis</i> Brid. ....	3	2	2	.	.	.	.

1) von T.A.Cope (1982) als *P.pratensis* L. aufgeführt

2) ssp.canaliculatus (Nevski)Tzvelev

pro 100 m<sup>2</sup> ist sie in dieser Beziehung mit der alpinen *Artemisia gmelinii*-Steppe vergleichbar. *Potentilla bifurca* und *Elymus longe-aristatus* subsp. *canaliculatus*, die als einzige Sippen in allen Aufnahmen der Gesellschaftsgruppe alpiner Steppen vorkommen, zählen auch in der *Caragana*-Gesellschaft zu den Arten mit höchster Stetigkeit. Dadurch gehören sie möglicherweise zu einem gemeinsamen Gesellschaftskreis höheren Ranges. Arten, die in den alpinen Steppen nicht gefunden wurden, in Tabelle 7 aber mit über 50% vertreten sind und damit als Trenn- eventuell z.T. auch als Kennarten betrachtet werden können, sind: *Poa jaunsarensis*, *Potentilla multifida*, *Kobresia royleana* und *Elymus nutans*. Das Laubmoos *Barbula vinealis* fand sich in den Aufnahmen von Matho Phu mit relativ grosser Artmächtigkeit im Schatten von *Caragana*; in den Bestandsflächen am Kanda La fehlt das Moos.

Im Lebensformspektrum ist der hohe Anteil der Nanophanerophyten bei Berücksichtigung des mittleren Deckungsgrades praktisch allein durch die Dominanz von *Caragana versicolor* bedingt, denn der andere Strauch — *Lonicera spinosa* — ist nur in einer Aufnahmefläche notiert worden. Wird bei der Berechnung der Lebensformanteile nur die Artenzahl berücksichtigt, so entfallen nicht weniger als 60% auf die Hemikryptophyten. Damit erreichen die Hemikryptophyten unter den hier beschriebenen Vegetationsformen in der *Caragana*- Gesellschaft ihren zweithöchsten Anteil.

In den Untersuchungsgebieten waren die dichtesten Bestände mit grösserer Ausdehnung zumeist in der Nähe von Bachläufen und in  $\pm$  breiten Couloirs anzutreffen (Photo 19). An grösseren Talflanken wuchs das niedere Gebüsch in der Regel nur noch in stark aufgelockerter Form. Nahe am Kanda La wurden die höchstgelegenen Bestände von *Caragana versicolor* bei mindestens 4950 m ü.M. angetroffen; es ist anzunehmen, dass die Art im weiteren Einzugsgebiet auch die 5000 m-Grenze erreicht oder gar übersteigt.

Wo die dornigen, etwa halbmeterhohen Büsche dicht zusammenschliessen, bilden sie ein undurchdringliches Dickicht. Grossflächig sind solche Bestände eher selten. Weil das Holz dieses Zwergstrauchs nebst getrocknetem Dung als Brennmaterial sehr geschätzt ist, dürfte das *Caragana*-Gebüsch im Laufe der Zeit eine Dezimierung erfahren haben. Im Gebiet von Matho Phu haben wir auf den niederen Steinhütten der Hirten (Photo 20) zum Trocknen ausgelegtes Astwerk gesehen; wir waren aber auch Zeugen, wie Einheimische einzelne *Caragana*-Sträucher mit einem Teil des knorrigem Wurzelsystems ausgruben.

Die Gesteinsunterlage ist dieselbe, wie sie für den Standort der *Acantholimon*- bzw. der *Artemisia gmelinii*-Gesellschaft beschrieben wurde. Ausgeprägte Schuttböden, vorwiegend mit grobem Blockschutt aus Schiefen, Sandstein, seltener Konglomerat, bilden das eigentliche Wurzelsubstrat. Der oberste Bodenhorizont von 5-10 cm ist oft mit zerfallener Streu von *Caragana* angereichert und dadurch etwas dunkler gefärbt. Von zwei Aufnahmestellen (Nr. 2 und 4) wurde der pH-Wert gemessen: 7.0 und 7.1 (KCl) bzw. 7.9 und 7.3 (H<sub>2</sub>O). Der Karbonat-Test mit Salzsäure verd. ergab an den Bestandesflächen Nr. 5, 6 und 7 eine schwache Reaktion. Überall ist der Schutt bis an die Oberfläche sehr gut gefestigt, wodurch das Gelände auch bei starkem Gefälle leicht zu begehen ist.

Soweit es das stachelige Zwerggebüsch erlaubt, ist der Weideeinfluss durch Haustiere kaum schwächer als in der beschriebenen umliegenden alpinen Steppe.

### 3.8 Gesellschaftsgruppe hochalpiner Schutthänge (mit *Elymus longe-aristatus* und *Arabis tibetica* [Tab. 8])

Im Hochtal von Stok Phu, etwas weniger ausgeprägt weiter im Nordwesten gegen den Stok La zu, bildet diese artenarme (im Mittel etwa 7 Arten pro 100-150 m<sup>2</sup>) Schuttvegetation oberhalb 4500 m ü.M. den auffälligsten Teil der spärlichen Pflanzendecke.

#### Örtlichkeiten der Aufnahmeflächen zu Tabelle 8

- |        |   |
|--------|---|
| Nr. 1. | Nördliches Seitentälchen von Stok Phu, 4610 m ü.M.; Schuttboden aus gefestigtem rotem Schiefer; Feinschutt (tonreich, grusig, feinsandig-schluffig) überwiegt; Karbonatreaktion = 0; pH-Wert in 15 cm: 7.0 (KCl), 7.6 (H <sub>2</sub> O).           |
| Nr. 2. | Südliches Seitental des Hochtales von Stok Phu, 4620 m; Gestein aus geschiefertem, grün-grauem Sandstein; Schutt (fein bis grob, mit Schluff und Lehm) bis an Oberfläche gefestigt; stellenweise sehr schwache Karbonatreaktion.                    |
| Nr. 3. | Stok Phu, 4550 m; Schutt aus weinroten und grünlichen tonhaltigen Schiefen, vorwiegend mittelgrob, an Oberfläche rutschend; Karbonatreaktion = 0; pH-Wert in 15 cm: 6.8 (KCl), 7.1 (H <sub>2</sub> O).  |
| Nr. 4. | Südöstlich Rumbak (Tal W Stok La), 4620 m; Schutt aus weinrotem und grünlichem Sandstein und Schiefer, an Oberfläche grob, rutschend.   |
| Nr. 5. | Südliches Seitental von Stok Phu, 4640 m; Schuttboden aus dunklem, bräunlichem Schiefer, an Oberfläche nahezu ohne gröbere Komponenten, gefestigt, lehmhaltige Feinerde; Karbonatreaktion vereinzelt sehr schwach.                                  |
| Nr. 6. | Gebiet von Stok Phu, ca. 500 m N Aufn. Nr. 5, 4630 m; Gestein wie in Nr. 2, Schuttboden aber viel feinerdereicher, lehmhaltig, sandig-grusig; Karbonatreaktion schwach; pH-Wert in 15 cm: 7.5 (KCl), 8.1 (H <sub>2</sub> O).                        |
| Nr. 7. | Südliches Seitental des Tales von Stok Phu, 4610 m; kompakter Schuttboden aus grünlich-grauen Schiefen (feingrusig-sandig); Karbonatreaktion = 0.   |
| Nr. 8. | Südliches Seitental von Stok Phu, 4710 m; Schuttboden aus dunkelgrauem Schiefer; Hauptwurzelbereich (15-30 cm) aus Feinschutt (feine Schiefersplitter überwiegen) auch an Oberfläche nicht rutschend; Skelett z.T. mit deutlicher Karbonatreaktion. |
| Nr. 9. | Stok La (zwischen Rumbak und Tal von Stok Phu), 4820 m; Schutt aus weinrotem Schiefer, im Wurzelhorizont besonders lockerer Feinschutt und Grus; Karbonatreaktion = 0; pH-Wert in 15 cm: 6.7 (KCl), 7.0 (H <sub>2</sub> O).                         |

Eine Zusammenstellung der 9 Bestandesaufnahmen (Tab. 8) ergibt zwei verschiedene Arten-garnituren, die äusserlich vor allem durch die Dominanz von *Biebersteinia odora* bzw. *Thermopsis inflata* leicht zu unterscheiden sind. Weil der floristischen Gliederung zur Zeit keine deutlich erkennbaren ökologischen Faktoren zugeordnet werden können, ist provisorisch von "Varianten" die Rede. In beiden Varianten dominieren Arten, die mit einem ausgedehnten Wurzel-Sprosssystem

Tabelle 8. — Gesellschaftsgruppe mit *Elymus longe-aristatus* subsp. *canaliculatus* und *Arabis tibetica*.

Tabellen-Nr. ....	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufnahme-Nr. ....	125	121	120	132	123	122	130	124	131
Höhe ü.M. (in 10 m).....	461	462	455	462	464	463	461	471	482
Exposition .....	NW	ENE	N	NE	E	ENE	W	NE	E
Neigung (Grad).....	30	35	35	35	30	35	35	20	30
Deckungsgrad (%).....	35	15	20	45	30	20	40	35	35
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> ).....	100	100	100	150	100	100	150	150	150
Artenzahl.....	5	9	10	6	8	7	6	6	5
Varianten	I		II						
Kennzeichnende Artengruppen									
1.H,G <i>Biebersteinia odora</i> Steph. ....	3	2	2	3	.	.	.	.	.
H <i>Poa versicolor</i> Boiss.ssp.araratica(Tv.)Tz. ..	r	1	1	.	.	.	.	.	.
Ch <i>Artemisia gmelinii</i> Weber ex Steckm. ....	1	+	.	.	.	.	.	.	.
2. H,G <i>Thermopsis inflata</i> Camb. ....	.	.	1	.	3	2	3	3	2
H,(Ch) <i>Urtica hyperborea</i> Jacq. ....	.	.	.	.	+	+	+	+	.
H,(G) <i>Potentilla bifurca</i> L. ....	.	.	.	.	2	2	1	.	.
G, H <i>Dracocephalum heterophyllum</i> Benth. ....	.	r	.	.	1	1	r	.	.
<u>Übrige Arten</u>									
H <i>Elymus longe-aristatus</i> (Boiss.) Tzvelev)...	1	1	1	+	+	+	.	+	+
T <i>Arabis tibetica</i> Hook.f. et Th. ....	.	1	2	.	1	+	+	1	+
H, Ch <i>Aconogonum tortuosum</i> (D.Don)Hara .....	.	+	+	1	.	.	.	.	3
Ch (H) <i>Tanacetum tibeticum</i> Hook.f. et Th. ....	.	1	+	.	.	+	.	.	.
H <i>Delphinium brunonianum</i> Royle .....	.	.	r	+	.	.	.	+	.
H, (G) <i>Oxytropis humifusa</i> Kar.et Kir. ....	+	.	.	.	.	.	1	.	.
H <i>Leucopoa albida</i> (Turcz.)Krecz.et Bobr. ....	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Ch <i>Acantholimon lycopodioides</i> (Gir.)Boiss. ....	.	r	.	.	.	.	.	.	.
H <i>Valeriana himalayana</i> Grub. ....	.	.	+	.	.	.	.	.	.
H,(G) <i>Potentilla ambigua</i> Camb. ....	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Ch <i>Astragalus oplites</i> Benth. ....	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Ch (G) <i>Ephedra gerardiana</i> Wall. ....	.	.	.	.	+	.	.	.	.
H, G <i>Nepeta tibetica</i> Benth. ....	.	.	.	.	.	.	.	+	.
G <i>Rheum tibeticum</i> Maxim. ....	.	.	.	.	.	.	.	.	+

1)ssp.canaliculatus (Nevski)Tzvelev

I Variante mit *Biebersteinia odora*II Variante mit *Thermopsis inflata* und *Urtica hyperborea*

den Schutt durchwachsen und dadurch rein vegetativ herdenbildend in Erscheinung treten (Abb. 7, 8; Photo 22, 23). Diesem Umstand verdankt die Gesellschaftsgruppe auch den relativ hohen Geophyten-Anteil im Lebensformspektrum.

Lediglich zwei Arten sind mit einer Stetigkeit von 50 bis 100% in beiden Varianten vertreten: *Elymus longe-aristatus* subsp. *canaliculatus* und *Arabis tibetica*. *Poa versicolor* subsp. *araratica* und *Artemisia gmelinii* sind neben *Biebersteinia* vermutlich Trennarten für Variante I, *Urtica hyperborea*, *Potentilla bifurca* und *Dracocephalum heterophyllum* mit *Thermopsis inflata* solche für die Variante II.

Nach den eigenen Beobachtungen scheinen Expositionsunterschiede keinen Einfluss auf das Artengefüge zu haben. Der Standort ist durch eine Hangneigung von etwa 30-35° ausgezeichnet; seltener ist das Gefälle geringer. Nirgendwo ist diese Vegetation in schwach geneigter oder gar in ebener Lage angetroffen worden.

Die Pflanzen dieser Gesellschaft wurzeln überall in ausgesprochenen Schuttböden. In Variante I bilden rote und grünliche tonreiche Schiefer sowie grün-graue und rote Sandsteine eine schluffreiche, grusige Schuttunterlage, die bis an die Oberfläche ± kompakt oder lockerer und dann meist ± rutschend ausgebildet ist. *Biebersteinia* wurzelt in der Regel primär in gefestigtem Schutt oder an Stellen, wo anstehender Fels oder Felsbrocken von Schutt überdeckt wurden. An den Aufnahmeorten der Variante II besteht das schuttbildende Gestein stets aus Schiefer, oft von dunkler, bräunlicher, seltener grünlich-grauer Farbe. Der auffällig feinerdereiche, sandig-grusige Schutt rutscht auch in steiler Hanglage an der Oberfläche kaum ab. An insgesamt 8 Aufnahmeorten wurde die Karbonatprobe mit verd. Salzsäure durchgeführt. Die Hälfte der Proben ergab einen schwachen bis sehr schwachen Karbonatgehalt. An 4 Aufnahmeorten wurden pH-Werte gemessen: 6.7-7.5 (KCl) bzw. 7.0-8.1 (H<sub>2</sub>O).



Abbildung 7. — Spross-Wurzelsystem von *Biebersteinia odora*. Hauptwurzel schwarz; gestrichelte Linie: Verlauf der Bodenoberfläche an entspr. Trieben.

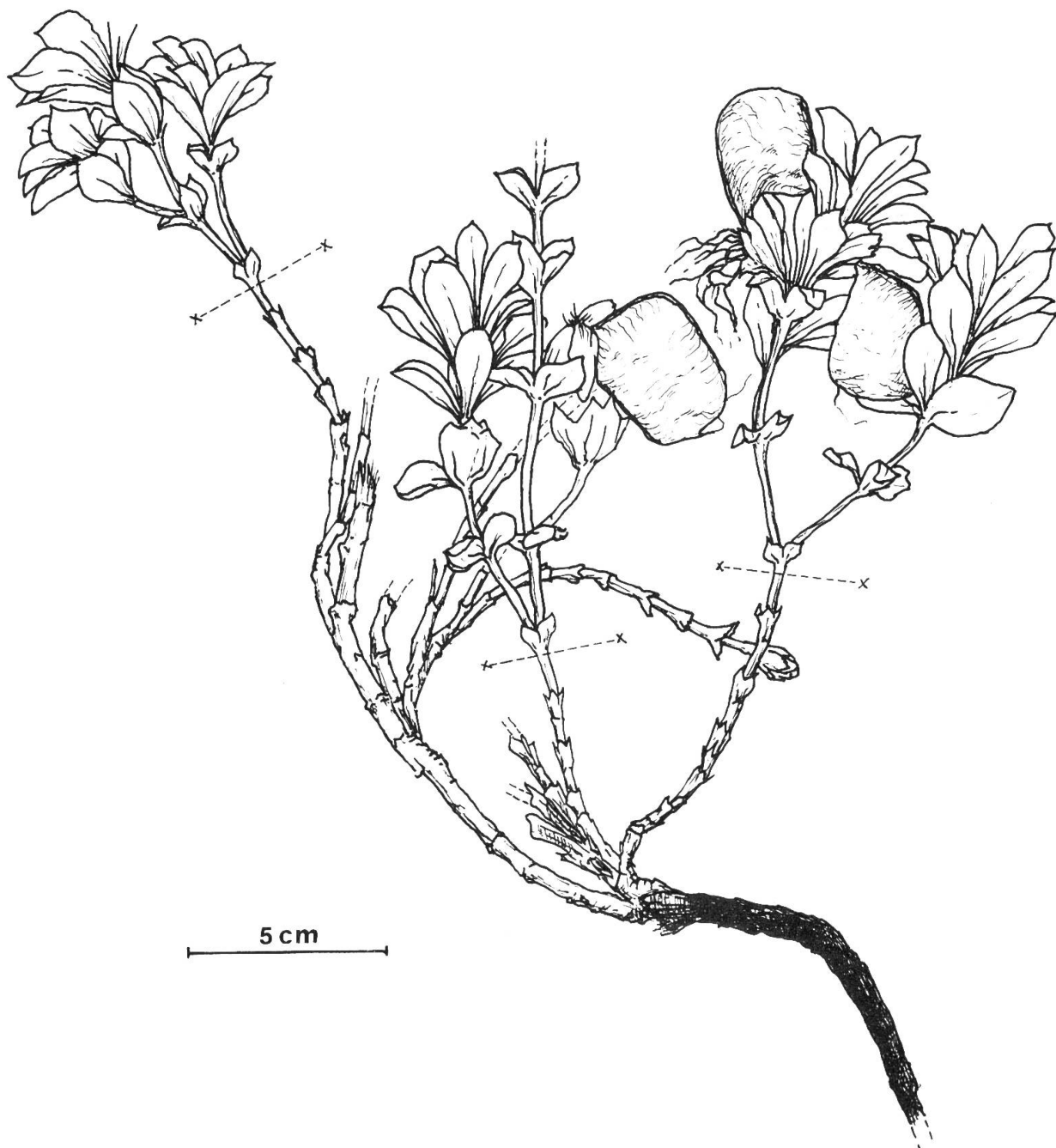


Abbildung 8. — Spross-Wurzelsystem von *Thermopsis inflata*. Hauptwurzel schwarz; gestrichelte Linie: Verlauf der Bodenoberfläche an entspr. Trieben.

Im Einzugsgebiet von Stok Phu ist auf stark gefestigten Böden von gemischtem Schutt nicht selten *Urtica hyperborea* vorherrschend. An den hochgelegenen, steilen Halden aus dem lockeren roten Schieferschutt vom Stok La nach Osten bis ins Tal von Stok Phu ist *Aconogonum tortuosum* die auffälligste Pflanze. *Thermopsis inflata* ist dort oft nur mit geringem Anteil beigemischt oder fehlt ganz. Aufnahme Nr. 9 (Tab. 8) stellt einen entsprechenden Vegetationsausschnitt dar. Der Schieferschutt stammt in jenem Gebiet von den Schichtköpfen. Auf gleichem Schutt, aber etwas tiefer gelegen fanden sich *Astragalus munroi*, *Leucopoa albida* und *Potentilla ambigua*. Die genau gleiche Artenkombination wie in Aufnahme Nr. 9 (Tab. 8) ist auch auf der anderen Seite des Passes in West-Exposition, jedoch nur entlang der gleichen Schichtköpfe (weinrote Schiefer!) angetroffen worden. Westlich unterhalb des Stok La in Richtung Rumbak wurden u.a. Mischbestände mit *Biebersteinia odora* notiert. Stets ist der von *Biebersteinia* durchwachsene Schutt gegenüber der Umgebung deutlich gefestigt. Mit stark schuttstauender Wirkung fällt auch *Leucopoa albida* auf. Der durch seine dichten, kräftigen Horste charakteristische Schwingel kann auf bereits gefestigtem Blockschutt eigentliche Bestände bilden.

Mit einem mittleren Deckungsgrad von etwa 30% und in Anbetracht der zahlreichen niederwüchsigen Pflanzen stellt die durch die Varianten mit *Biebersteinia* und *Thermopsis* (Tab. 8) beschriebene Gesellschaftsgruppe eine äusserst spärliche Vegetationsdecke der höheren alpinen Stufe dar. Dennoch wird die dürftige Weide auch in den entlegensten Seitentälern durch Haustiere (vor allem Dzo und Hausyak) genutzt (Photo 22).



Photo 1. — Steppe mit dominierender *Artemisia brevifolia* SW oberhalb Tungri (Zanskar), 3760 m ü.M., entspr. Aufn.stelle von Nr. 12, Tab. 1 (Blickrichtung NW).

Photo 2. — Steppe mit *Artemisia brevifolia* (Gesellschaft mit *Astragalus oplites*), SW oberhalb Tungri, 4120 m ü.M., entspr. Aufn.stelle Nr. 13, Tab. 1; im Hintergrund Ebene von Padum.





Photo 3. — Wechsel zwischen Rasen-, *Bistorta affinis*-Gesellschaft und *Artemisia*-Steppe an rechter Talseite des Chellong River, ca. 3650 m ü.M. Erklärung in Skizze von Abb. 3.

Photo 4. — Bodenprofil in *Artemisia brevifolia*-Steppe (Gesellschaft mit *Astragalus oplites*), SW oberhalb Tunгри, ca. 3800 m ü.M. (Messtab = 10 cm).

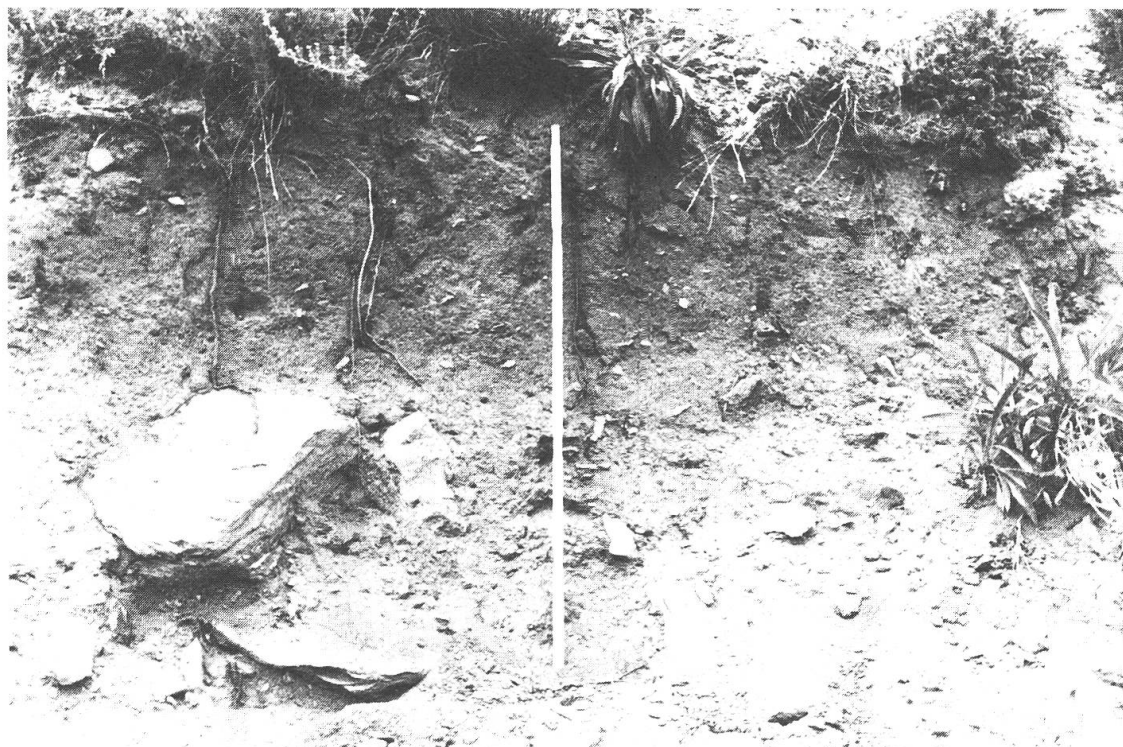




Photo 5. — Blockschutt-Gesellschaft mit *Stachys tibetica* im Tal S von Matho, ca. 4000 m ü.M.



Photo 6. — Schutthänge in Seitental S von Matho, mit der *Stachys tibetica*-Gesellschaft; Aufnahmeort von Nr. 2, Tab. 2.

Photo 7. — Blockschutt-Gesellschaft mit *Lindelofia amchusoides* SW oberhalb Tungri, 3920 m ü.M., entspr. Aufnahmeort von Nr. 10, Tab. 3.





Photo 8. — Blockschutt-Gesellschaften mit *Artemisia salsoloides* N Panikar, ca. 3360 m ü.M.; unterhalb der ausgetrockneten Wasserrinne (Mitte des Bildes) Aufnahme Stelle Nr. 3, Tab. 3, darüber Nr. 4, Tab. 3 (Variante mit domin. *Heracleum pinnatum*).

Photo 9. — Gesellschaft mit *Artemisia brevifolia* und *Cicer microphyllum* (Variante mit domin. *Aconogonum tortuosum*) N Sanmodangsa, 4180 m ü.M., entspr. Aufnahme Stelle Nr. 1, Tab. 4.





Photo 10. — *Festuca kashmiriana*-Rasen (Gesellschaft mit *Bisorte affinis* und *Pedicularis pyramidata*) N Sanmodangsa, ca. 4400 m ü.M., entspr. Aufnahmeort Nr. 8, Tab. 5 (Blickrichtung hangabwärts!).

Photo 11. — Gleicher Standort wie in Photo 10; Blickrichtung hangaufwärts!





Photo 12. — Camp Sanmodangsa (Gulmatungo) inmitten *Carex moorcroftii*-Rasen, 3880 m ü.M. Blickrichtung W.

Photo 13. — Bodenprofil in *Carex moorcroftii*-Rasen entspr. Aufnahmestellen Nr. 6 und 7, Tab. 5; Sanmodangsa, 3880 m ü.M. (Messtab = 100 cm).

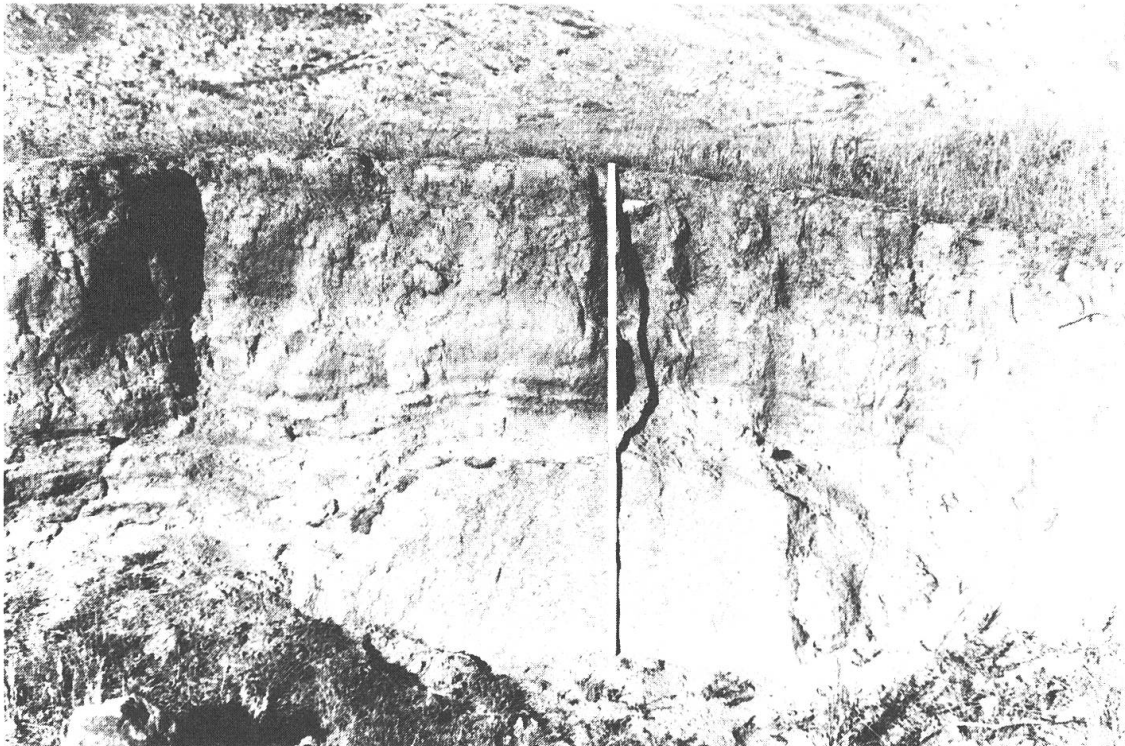




Photo 14. — Gesellschaft mit *Bistorta affinis* und *Pedicularis pyramidata*; nördl. Seitental W Sanmodangsa, 4340 m ü.M. entspr. Aufnahme Stelle Nr. 9, Tab. 5.

Photo 15. — *Acantholimon lycopodioides* (Gir.) Boiss., Matho Phu, ca. 4400 m ü.M.





Photo 16. — Alpine Steppe mit *Acantholimon lycopodioides* im unteren Bereich von Matho Phu, ca. 4350 m ü.M.

Photo 17. — *Acantholimon lycopodioides*-Gesellschaft in mittleren Lagen von Matho Phu, ca. 4500 m ü.M.



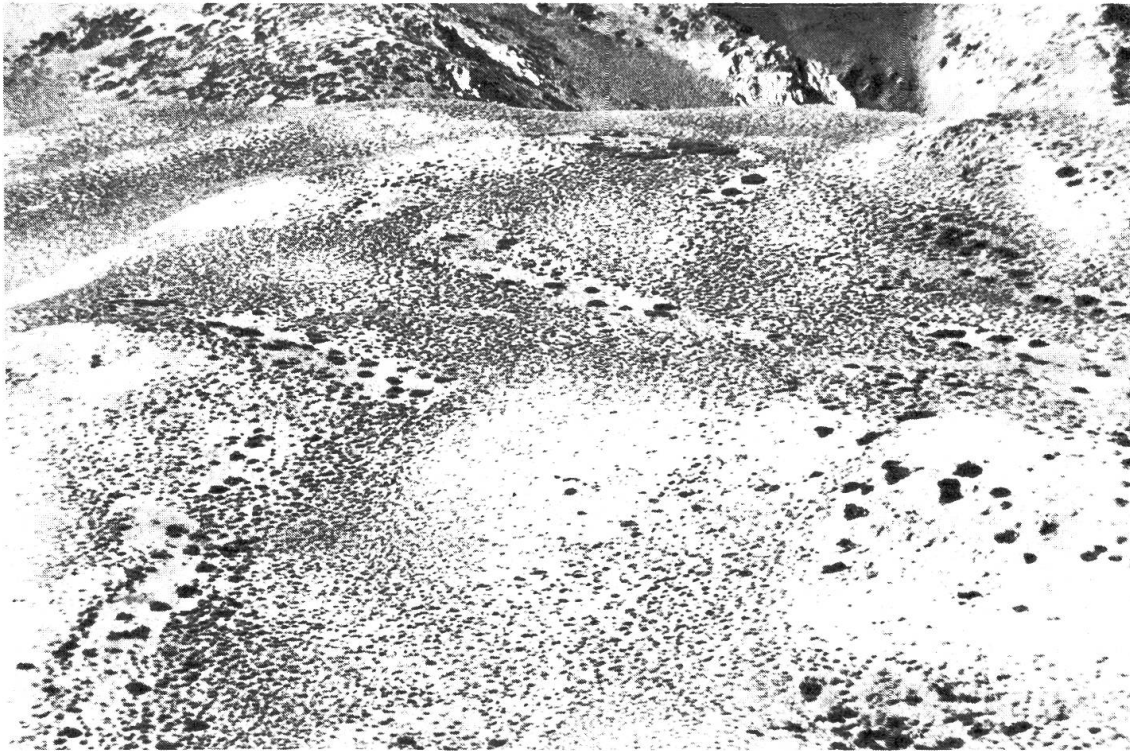


Photo 18. — Alpine Steppe mit *Artemisia gmelinii* nördlich des Kanda La, ca. 4500 m ü.M. Grössere dunkle Flecken = *Caragana versicolor*.

Photo 19. — Bestände von *Caragana versicolor* nördlich des Kanda La, ca. 4500 m ü.M.

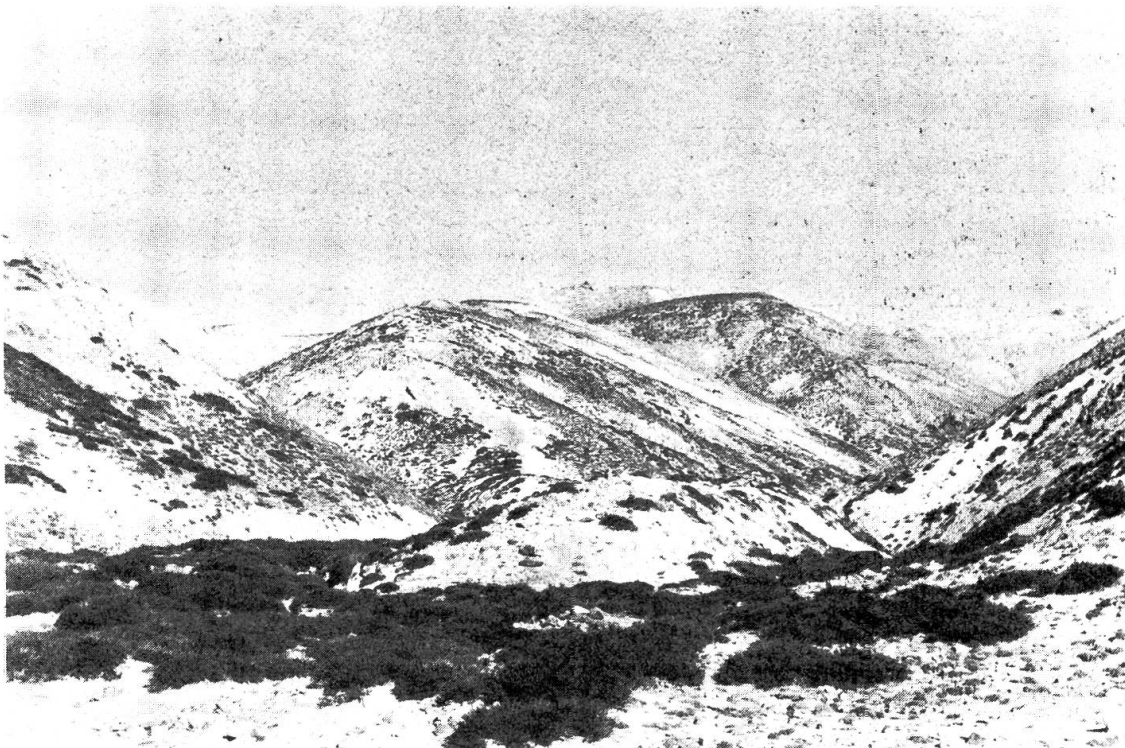




Photo 20. — Alphütten von Mai'no Phu, ca. 4400 m ü.M.; Aufschichten von *Caragana*-Gehölz am Rande der Steinhütten-Dächer.

Photo 21. — *Biebersteinia odora* Steph.; Stock Phu, ca. 4700 m ü.M.





Photo 22. — Weidende Yak in hochalpiner Schuttflur (Gesellschaftsgruppe mit *Elymus longe-aristatus* und *Arabis tibetica*); Stock Phu, ca. 4700 m ü.M.

Photo 23. — Schutthang mit dom.n. *Thermopsis inflata*, Stock Phu, ca. 4610 m ü.M.; Aufnahmestelle von Nr. 7, Tab. 8.



## LITERATURVERZEICHNIS

- BOR, N. L. (1960). *The grasses of Burma, Ceylon, India and Pakistan*. Pergamon Press Oxford, London, New York & Paris.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964). *Pflanzensoziologie*, 3. Aufl. Wien.
- ELLENBERG, H. (1956). *H. Walter, Bd. IV, 1. Teil: Einführung in die Phytologie von Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde*. Stuttgart.
- FREITAG, H. (1975). The genus *Piptatherum* (Gramineae) in Southwest Asia. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinb.* 33(3): 341-408.
- FREITAG, H. (1985). The genus *Stipa* in Southwest and South Asia. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinb.* 42(3): 355-489.
- GANSSER, A. (1964). *Geology of the Himalayas*. Wiley-Interscience, London, 289 pp.
- HARTMANN, H. (1968). Über die Vegetation des Karakorum. I. Teil: Gesteinsfluren, subalpine Strauchbestände und Steppengesellschaften im Zentral-Karakorum. *Vegetatio* XV: 297-387. The Hague.
- HARTMANN, H. (1972). Über die Vegetation des Karakorum. II. Teil: Rasen- und Strauchgesellschaften im Bereich der alpinen und der höheren subalpinen Stufe des Zentral-Karakorum. *Vegetatio* 24(1-3): 91-157. The Hague.
- HARTMANN, H. (1983). Pflanzengesellschaften entlang der Kashmirroute in Ladakh. *Jahrb. Ver. Schutz Bergwelt* 48: 131-173. München.
- HARTMANN, H. (1984). Neue und wenig bekannte Blütenpflanzen aus Ladakh mit einem Nachtrag zur Flora des Karakorum. *Candollea* 39: 507-537. Genève.
- HOOKE, J. D. (1875-1897). *Flora of British India, I-VII*. London.
- KACHROO, P., B. L. SAPRU & U. DHAR (1977). *Flora of Ladakh*. Dehra Dun, 172 pp.
- KOMAROV, V. L. & al. (éds.) (1934-1964, 1973). *Flora URSS, I-XXX*. Leningrad & Moskau.
- MANI, M. S. (1978). *Ecology & Phytogeography of High-altitude Plants of the Northwest Himalaya*. Chapman & Hall, London. 205 pp.
- MEEBOLD, A. (1909). Eine botanische Reise durch Kaschmir. *Bot. Jahrb. (Beibl.)* 43: 63-90.
- NASIR, E. & S. I. ALI (éds.) (1970-). *Flora of Pakistan*. Karachi/Islamabad.
- PITHAWALLA, M. B. (1953). *An introduction to Kashmir, its geology and geography*. Karachi, 121 pp.
- POLUNIN, O. & A. STANTON (1984). *Flowers of the Himalaya*. Oxford Univ. Press, Delhi, 580 pp.
- RAUNKIAER, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford, 632 pp.
- RECHINGER, K. H. (éd.) (1963-). *Flora Iranica*. Graz.
- SCHWEINFURTH, U. (1957). *Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. Mit mehrfarbiger Vegetationskarte 1:2.000.000 auf 2 Blättern mit Profilen*. Bonner Geogr. Abh., 20: 373 pp.
- SCHWEINFURTH, U. (1983). Man's impact on vegetation and landscape in the Himalayas. In: HOLZNER, W. & al. (éds.), *Man's impact on vegetation*. *Geobot.* 5: 297-309. The Hague.
- SEYBOLD, S. & U. KULL (1985). A contribution to the floristics and vegetation of Zanskar (Kashmir). *Bot. Jahrb. Syst.* 105: 263-277.
- STEWART, R. R. (1972). *Flora of West Pakistan*. Karachi, 1028 pp.
- WISSMANN, H. VON (1959). Die heutige Vergletscherung und Schneegrenze in Hochasien mit Hinweisen auf die Vergletscherung der letzten Eiszeit. *Mainz. Akad. Wiss. Lit., Abh. Math.-Nat. Kl.* 14.
- ZHANG JINGWEI (1982). *The alpine plants of China*. Science Press, Beijing (China). 134 pp.